DOCUMENTOS DE TRABAJO - PANDO

Incidencia y tratamiento de la leishmaniasis



Germán Guerrero
Humberto Fernández
Cristina Atto
Ami Cruz

UNIVERSIDAD
AMAZÓNICA DE PANDO

Diagnóstico y propuesta

Incidencia y tratamiento de la leishmaniasis en Pando

Diagnóstico y propuesta

Incidencia y tratamiento de la leishmaniasis en Pando

Germán Guerrero Peñaranda (coordinador)

Humberto Fernández Calle
Cristina Atto Gutiérrez
Ami Cruz Amacifen



Universidad Amazónica de Pando



Programa de Investigación Estratégica en Bolivia

Pando, 2010

Esta publicación cuenta con el auspicio de la Universidad Amazónica de Pando (UAP) y de la Embajada del Reino de los Países Bajos.

Guerrero Peñaranda, Germán
Diagnóstico y propuesta: incidencia y tratamiento de la leishmaniasis en Pando / Germán Guerrero Peñaranda; Humberto Fernández Calle; Cristina Atto Gutiérrez; Ami Cruz Amacifen.-- Pando: Universidad Amazónica de Pando; Fundación PIEB, 2010.
x; 85 p.; maps.; grafs.; cuads.; fots.: 23 cm. -- (Investigaciones Regionales Pando, no.1)

D.L.: 4-1-874-10
ISBN: 978-99954-32-82-9 : Encuadernado

LEISHMANIASIS / LEISHMANIA / LEISHMANIASIS VISCERAL / LEISHMANIASIS CUTÁNEA / LEISHMANIASIS MUCOCUTÁNEA / MODELO DE SIMULACIÓN INFORMÁTICA/ LEISHMANIASIS – TRASMISIÓN / LEISHMANIASIS – COMPORTAMIENTO / MODELO DINÁMICO DE LA LEISHMANIASIS / ENFERMEDAD INFECCIOSA / ENFERMEDAD ENDÉMICA / PROGRAMA DE CONTROL DE LEISHMANIASIS / PREVENCIÓN / CONTROL / INCIDENCIA / SIMULACIONES MATEMÁTICAS / PROYECTO DE PRE FACTIBILIDAD / SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA / SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA LEISHMANIASIS / LEISHMANIASIS – SISTEMA DE INFORMACIÓN / PANDO

1. título **2**. serie

Av. Teniente. Coronel Cornejo
Teléfono: 38423958
Cobija – Bolivia

Edificio Fortaleza. Piso 6. Oficina 601
Avenida Arce 2799, esquina calle Cordero
Teléfonos: 2432583 – 2431866
Fax: 2435235
Correo electrónico: fundacion@pieb.org
Servicio Informativo: www.pieb.com.bo
Casilla 12668
La Paz – Bolivia

Edición: Beatriz Cajías
Diseño gráfico de cubierta: PIEB
Diagramación: Dalia Nogales

Impresión:

Impreso en Bolivia
Printed in Bolivia

Índice

Presentación

La Universidad Amazónica de Pando (UAP) y el Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB), en una alianza estratégica e institucional y con el objetivo de contribuir al desarrollo productivo y tecnológico del departamento de Pando, publicó en agosto del 2008 la convocatoria para desarrollar proyectos de investigación en "Temas prioritarios para el desarrollo sostenible del departamento de Pando".

La agenda investigativa que orientó el citado concurso estuvo dirigida a temáticas prioritarias para el desarrollo humano y sostenible de la región amazónica del noroeste boliviano, como resultado de consultas previas realizadas con distintas organizaciones, investigadores e instituciones de la sociedad civil. De la sistematización de estas consultas se identificaron once ejes temáticos prioritarios: la contaminación con mercurio del río Madre de Dios; recursos biológicos (flora y fauna) en áreas de importancia regional; principales mercados consumidores de productos agroforestales y plantas medicinales; alternativas de valor agregado para principales recursos naturales del departamento; experiencias en sistemas agroforestales en la región amazónica; estrategias para la producción y provisión de material genético de importancia ecológica, económica y cultural; estado de la actividad ganadera en el departamento de Pando, relación entre actores y la tenencia de la tierra; sobreposición entre indígenas y campesinos; la zafra de la castaña, condiciones laborales y su impacto socioeconómico; enfermedades transmisibles (leishmaniasis, dengue, malaria, etc.), y finalmente, la quema y sus consecuencias en la salud de los pobladores.

Quince proyectos elaborados por 45 investigadores se presentaron al concurso, de los cuales seis fueron elegidos para su financiamiento. Hoy, gracias a esta iniciativa, tenemos el grato honor de presentar la

investigación: *Diagnóstico y propuesta. Incidencia y tratamiento de la leishmaniasis en Pando,* de Germán Guerrero (coordinador), Humberto Fernández Calle, Cristina Atto Gutiérrez y Ami Cruz Amacifen.

Este trabajo forma parte de un total de cinco investigaciones concluidas, del que forman parte los siguientes títulos: *Diagnóstico y propuesta. Hacia un sistema amazónico de información forestal en Pando* de Juan Carlos Huanca (coordinador), Jacob Carballo Tirina, Jorge Chipana Carpio y César Crispín Condorceth; *Diagnóstico y propuesta. Los usos del asaí. Aprovechamiento sostenible en cinco comunidades de la Reserva Nacional de Vida Silvestre Manuripi,* de Griceldo Carpio (coordinador), Juan Santos Cruz y Annie Puerta Argote; *Diagnóstico y propuesta. Hacia una buena gestión de residuos sólidos en Cobija,* de Inés Bautista Huallpara (coordinadora), Síngara Núñez y Sally Calderón Vaca, y *Diagnóstico y propuesta. Buenas prácticas de aprovechamiento sostenible de los recursos ictiológicos en el río Acre del departamento de Pando,* de Mary Añez Campos (coordinadora), José Ángel Áñez Campos, Hailín Calderón Vaca, Freddy Alvarado Vásquez y Omar Moura Silva.

Las cinco publicaciones constituyen un valioso aporte en las diferentes temáticas planteadas para promover el desarrollo humano y sostenible del departamento de Pando, en el marco de una gestión integral y racional del bosque amazónico.

Finalmente, a nombre de la comunidad universitaria pandina, quiero expresar mi profundo reconocimiento al Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB), por su permanente apoyo en la solución de los problemas complejos de la región amazónica boliviana y su contribución a la formación de profesionales en Pando, con énfasis en la dimensión investigativa de la educación superior.

Lic. René Mamani Quisbert
Rector de la Universidad Amazónica de Pando

Cobija, abril de 2010

Prólogo

En Bolivia, varias enfermedades que tienen mayor incidencia en la población son transmitidas por vectores (insectos), como la malaria, leishmania y chagas, producidas por parásitos de los géneros plasmodium, leishmania, tripanozoma y el dengue por el virus flavivirus; por las características de estos microorganismos productores de estas enfermedades, son una amenaza permanente, ya que no existe hasta el momento vacuna alguna, por lo que constituyen un problema de salud pública.

Estas enfermedades transmitidas por vectores se encuentran disgregadas en siete departamentos, siendo que la forma particular de propagación depende de la ecología, epidemiología y dinámica de transmisión de cada una. El hábitat de estos mosquitos son los valles, el trópico y la Amazonía, con mayor incidencia en estas dos últimas regiones.

La aceleración del cambio climático está provocando que estos vectores se estén adaptando y puedan vivir en condiciones climáticas de temperatura y altitud fuera de sus condiciones normales, por lo que se deben considerar estos aspectos para realizar programas de prevención en el sistema boliviano de salud e investigaciones sobre esta temática (Aparicio M., 2005).

En este sentido, el primer aporte de esta investigación de Germán Guerrero, Humberto Fernández, Cristina Atto y Ami Cruz es la información sobre el estado de la leishmaniasis en el departamento de Pando; la aplicación de un modelo de simulación brinda un escenario acerca de la tasa de incidencia que se incrementará en los próximos diez años de mantenerse las políticas de prevención y control que hasta el momento se realizan. Por otra parte, se identifican las debilidades del Programa de Leishmaniasis del SEDES Pando en lo que se refiere a la planificación y

gestión del programa, como recursos económicos, recursos humanos en el área rural, equipamiento y tratamiento, como también las deficiencias en el sistema, evaluación y regulación del proceso de gestión, deficiencia en sistemas de capacitación en diagnóstico, tratamiento, registro de información, difusión-educación y seguimiento de los casos positivos. Es destacable este aporte, ya que es una de las pocas investigaciones que se ha realizado sobre esta enfermedad. Asimismo, es relevante la propuesta de proyecto de pre factibilidad, que tiene como objetivo apoyar al Servicio Departamental de Salud de Pando en su sistema de vigilancia epidemiológica para el control y prevención de la leishmaniasis, que siendo aplicado tendría un gran impacto en la salud de los pobladores del departamento de Pando, sobre todo del área rural que son los más vulnerables.

Elizabeth Ponz Sejas
Bioquímica-Farmacéutica

Primera parte

Diagnóstico: situación de la leishmaniasis en Pando

Introducción

La leishmaniasis es una enfermedad infecciosa provocada por un parásito denominado *Leishmania*. Según los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta enfermedad afecta a 12 millones de personas en el mundo.

La fuente de infección de esta enfermedad son los animales mamíferos, como los roedores, los perros y los perezosos. En algunas regiones del mundo, como Asia y África, esta enfermedad es endémica.

Las personas, generalmente, se contagian de esta enfermedad mediante la picadura de la mosca de arena (especie incluida en el género *phlebotomus*, que se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales), que hubiera picado con anterioridad a un mamífero infectado por esta enfermedad. Otra forma de transmitirse es de madre a hijos y a través de transfusiones de sangre o agujas infectadas.

En los últimos años se ha producido una verdadera epidemia de casos de leishmaniasis en la población pandina, sobre todo del área rural, cuyo factor principal es la migración de pobladores desde las zonas urbanas hacia las zonas rurales, por motivo de la recolección de castaña y otras labores agrícolas. En agosto de 2009, se ha producido la migración de numerosas familias de la región del Chapare a la provincia Abuná del departamento de Pando, propiciadas por el gobierno nacional, constituyéndose en una población de riesgo por las condiciones de las viviendas, que son sólo carpas.

Se desconocen estudios de predicción de la enfermedad, que permitan desarrollar planes de prevención y control de esta enfermedad y establecer el nivel del peligro que afecta al departamento de Pando.

Si bien existe en el departamento el Programa de Control de Leishmaniasis, dependiente de SEDES, éste no cuenta con los recursos humanos, técnicos ni económicos suficientes para poder realizar un

adecuado control de esta enfermedad, abocándose a atender el diagnóstico a demanda en los Centros de Salud de Cobija y del departamento, faltando, en muchos casos, un adecuado diagnóstico y el respectivo tratamiento de los pacientes.

La no disposición de estudios de comportamiento de la leishmaniasis hace que un número elevado de personas y familias infectadas en el departamento de Pando, particularmente en el área rural, presenten problemas no sólo de tipo físico, sino también socioeconómico, hasta psicológico, por las lesiones y deformidades que ésta produce.

En el departamento de Pando, se presentan casos de leishmaniasis en forma dispersa en todo el área rural, con algunos focos delimitados en ciertos municipios y existe poco o casi ningún estudio en relación con el comportamiento de la enfermedad, mediante modelos de simulación.

Los objetivos generales de la presente investigación son:

- Describir el comportamiento de la leishmaniasis en el departamento de Pando, su distribución por municipios, sexo, edad de la población afectada, periodo en que se presentan, así como los recursos humanos y técnicos existentes para el control de la leishmaniasis.
- Identificar las prácticas actuales de prevención, diagnóstico y tratamiento, que permitan un control y prevención más adecuados.

Asimismo, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la situación actual de la leishmaniasis, el comportamiento de la incidencia, las prácticas de prevención, diagnóstico y tratamiento.
- Describir el comportamiento de la incidencia de leishmaniasis mediante un modelo matemático y realizar simulaciones sobre el comportamiento dinámico de la enfermedad.
- Analizar escenarios futuros de comportamiento de la enfermedad de leishmaniasis bajo diferentes condiciones y con base en datos históricos, que permitan establecer las estrategias más adecuadas de prevención y control.

La relevancia de la presente investigación radica en el estudio de la leishmaniasis en el departamento de Pando mediante el enfoque sistémico y la dinámica de sistemas, que aluden a un método para el estudio del comportamiento de sistemas mediante la construcción de un modelo de simulación informática, que ponga de manifiesto las relaciones entre

la estructura del sistema y su comportamiento y, de esta manera, poder establecer los mecanismos necesarios para la prevención y control de esta enfermedad.

Con dinámica de sistemas, nos referimos a que las distintas variables que podemos asociar a sus partes sufren cambios a lo largo del tiempo como consecuencia de las interacciones que se producen entre ellas. La dinámica de sistemas es una metodología ideada para resolver problemas concretos. Dicho aporte consistirá principalmente en el modelamiento y simulación matemática de comportamiento de la incidencia. Una simulación es un experimento realizado sobre un modelo. Nuestro interés está en el subconjunto de simulaciones que son codificables como programas de ordenador (simulaciones matemáticas), para que permitan comprender mejor el comportamiento de la enfermedad y alcanzar una visión más próxima a la realidad.

Capítulo I

Aspectos generales de la leishmaniasis

1. Descripción general de la leishmaniasis

La leishmaniasis, enfermedad polimorfa de la piel, mucosas y sistémica, es causada por varios protozoos, que son parásitos intracelulares obligados en los seres humanos y otros huéspedes mamíferos; estos parásitos son microscópicos, pertenecientes a especies del género *leishmania* (alojados en perros y otros animales silvestres), identificados por el médico británico sir William Leishman, y son transmitidos por el vector, que es un mosquito del género *phlebotomus*. El periodo de incubación, por lo regular, es de dos a seis meses, con límites de 10 días a varios años. La Organización Mundial de la Salud estimó la prevalencia global en todo el mundo en 12 millones y una población en riesgo del orden de los 350 millones de personas (Boletín Epidemiológico OPS, 2001).

2. Leishmaniasis visceral

La leishmaniasis visceral es una enfermedad parasitaria sistémica que compromete la vida, causada por protozoarios del género *leishmania*, también llamada *kala-azar*, en la que varios órganos internos son afectados. El periodo de incubación de la leishmaniasis visceral suele ser de unos tres meses. Se trata de una enfermedad que cursa con fiebre irregular, sudoración, taquicardia, anemia, hepatoesplenomegalia, linfadenopatia, leucopenia y debilidad progresiva. Recibe también el nombre de leishmaniasis infantil, porque afecta especialmente a los niños. La leishmaniasis visceral no tratada produce insuficiencia hepática, que es su forma más severa y puede producir fallecimiento del paciente (Mims *et al.*, 2001).

Según Recacoechea et al. (1988), el primer caso en Bolivia de leishmaniasis visceral fue descrito como un caso autóctono en los Yungas, cuyo agente causal identificado fue el *Leishmania Chagasi*. Otro caso de leishmaniasis visceral, en una niña de tres años, ha sido descrito muy detalladamente en 1988, en Santa Cruz, incluyendo su cuadro clínico, los diagnósticos diferenciales y su aspecto epidemiológico.

Agentes infecciosos

Son, por lo común, la *Leishmania Donovani*, la *Leishmania Infantum* y la *Leishmania Chagasi*.

Se han descrito casos clínicos con manifestaciones viscerales, causadas por otras especies de leishmania, aunque no hay mucha información, por ejemplo, de la *Leishmania Amazonensis,* que ha sido aislada en Bahía, Brasil, identificada por anticuerpos *monoclonales* e *isoenzimas*. En Venezuela, se ha identificado la *Leishmania Colombiensis* en un niño de doce años, por *isoenzimas;* en Honduras, mediante anticuerpos monoclonales la *Leishmania Panamensis* (OPS/OMS, 1994).

Distribución

De acuerdo con el Boletín Epidemiológico de la OPS, de septiembre de 1994, la leishmaniasis visceral se presenta en 62 países, en zonas rurales de Bangladesh, China, India, Nepal, Paquistán, Turquía, Etiopia, Kenia, Sudán, en la sabana al sur del Sahara de África. En las Américas, en México, América Central y, principalmente, en Brasil, en América del Sur.

Reservorios

Entre los reservorios conocidos o presuntos están los seres humanos, los canidos salvajes (zorros y chacales) y los perros domésticos. La transmisión de esta enfermedad se realiza por la picadura de flebótomos infectantes. En los focos de leishmaniasis visceral antroponótica, los hombres son los únicos reservorios y en los focos de leishmaniasis visceral zoonótica, los perros se constituyen en reservorios, fuente principal de infección para los flebótomos.

Diagnóstico

El diagnóstico parasitológico, que requiere métodos cruentos, se basa, de preferencia, en el cultivo del microorganismo en material de biop-

sia, aspirado o en la demostración de *amastigotes* intracelulares en frotis teñidos de medula ósea, bazo, hígado, ganglios linfáticos o sangre. La reacción en cadena de la polimerasa es la técnica más sensible, pero muy costosa. El diagnóstico serológico se basa de manera característica en pruebas de anticuerpos inmunofluorescentes indirectos o ELISA, que son costosas. En la actualidad, se les está evaluando de manera comparativa.

Tratamiento

Se utilizan la anfotericina B y la pentamidina. La anfotericina B se administra en forma diaria o 3 veces por semana por infusión intravenosa al 5% de dextrosa en un periodo de 4 horas, administrando una dosis total máxima de 3gr. Debe ser administrada en un hospital debido a su toxicidad cardiaca y renal.

Existen dos preparaciones de pentavalentes generalmente disponibles: antimoniato de meglubina y estibogluconato de sodio. Éstas son químicamente similares en su toxicidad y eficacia en la leishmaniasis visceral; se piensa que dependen fundamentalmente de su contenido de antimonial pentavalente (SB 5). La solución de antimoniato de meglubina contiene aproximadamente 8,5% Sb 5 (85 mgr/ml), en tanto que la solución de estibogluconato de sodio contiene como 10% SB 5 (100 mg/ml). En un análisis comparativo con base en peso por peso, los niños con leishmaniasis visceral requieren más antimonio que los adultos y lo toleran mejor.

3. Leishmaniasis cutánea/mucocutánea

La leishmaniasis cutánea –conocida también como *Botón de Aleppo*, de Bagdad, de Biskra o de Delhi, botón tropical, botón de Oriente, en América Espundia, uta o úlcera de los chicleros– se manifiesta principalmente en la piel, causada por leishmania trópica; se caracteriza por la aparición de lesiones ulcerosas en la piel que dejan cicatrices, es la forma más común de la enfermedad y representa entre un 50 y un 75% de los casos.

En la leishmaniasis mucocutánea, las lesiones son más extensas que en el tipo cutáneo y afectan a las mucosas de la boca, nasales y de la garganta. Presenta una mácula o pápula eritematosa, obstrucción nasal, epistaxis, úlceras y erosión tisular (boca, lengua, encías, labios, nariz y tabique nasal), además de dificultad para respirar con compromiso traqueal.

En el sitio inoculado de las formas infectantes, se observa una reacción inflamatoria de células plasmáticas y macrófagos con abun-

dantes parásitos; la lesión se ulcera, produce un exudado abundante, tejido de granulación y necrosis. La úlcera es de bordes regulares o irregulares, pero bien definidos, indurados y enrojecidos; abarca la piel y tejido subcutáneo; generalmente, es circular y no dolorosa. Las lesiones pueden ser únicas o múltiples; en ocasiones, no ulceradas y difusas. Pueden cicatrizar espontáneamente en el término de semanas o meses, o persisten durante un año o más. En algunos individuos, ciertas cepas, sobre todo del continente americano, pueden diseminarse y producir lesiones de las mucosas (espundia), incluso años después de que la lesión primaria cutánea ha cicatrizado. Estas secuelas, que afectan a los tejidos nasofaringeos, se caracterizan por destrucción tisular progresiva, a menudo cuando hay presencia de muchos parásitos y éstos pueden causar una grave desfiguración. La recurrencia de las lesiones cutáneas, después de una aparente curación, puede manifestarse como úlceras, pápulas o nódulos en la úlcera original cicatrizada o muy cerca de ella.

Entre las principales complicaciones, están las infecciones fatales ocasionadas por el daño del sistema inmune, desfiguración facial y hemorragia.

Agentes infecciosos

Entre los agentes infecciosos en las Américas, principalmente se señalan: La *Leishmania Brasilensis*, L. Trópica y L. Mexicana. Los miembros del complejo L. *Brasilensis* producen con mayor frecuencia lesiones de las mucosas, mientras que la L. Trópica provoca las lesiones cutáneas.

Distribución

Según la OPS/OMS, se estima una prevalencia de 12 millones de casos al año, distribuidos en China, India, Pakistán, Asia Suboccidental, Afganistán, Irán, Sudán, Etiopia, Kenia, Namibia; en las Américas, en la República Dominicana, México, todos los países de América Central y todos los países de América del Sur, a excepción de Chile y Uruguay (Boletín Epidemiológico, 2001).

Reservorios

Varía según la localidad: Los seres humanos, para la leishmaniasis cutánea, antroponótica, roedores silvestres, pequeños mamíferos, perezosos y los perros domésticos.

Vectores

Aunque las características morfológicas siguen siendo el medio más práctico y más utilizado para distinguir las especies, se están introduciendo nuevas técnicas para la identificación de los machos, pero no de las hembras, que tienen importancia en la transmisión de la enfermedad. Se ha utilizado la electroforesis de izoenzimas para distinguir las especies; esta técnica fue especialmente útil para determinar las especies, que son vectores demostrados de *Leishmania Brasilensis* en Bolivia. Pueden utilizarse sondas ADN para distinguir *phlebotomus papatasi*.

Según la OPS/OMS (1994), existen más de 350 especies de flebótomos en América y de éstas, 88 son conocidas por alimentarse del hombre, 37 han sido asociadas a algún parásito, son del género lutzomia, asociadas con la transmisión de leishmania. Los flebótomos machos tienen un comportamiento de cortejo determinado, entre otros factores, por feromonas y la comunicación por sonidos. La mayor parte de los flebótomos hembras necesitan una ingestión de sangre para producir huevos.

Modo de transmisión

En los focos zoonóticos, se transmite del reservorio animal por la picadura de un flebótomo hembra infectante (jejen). Después de que un flebótomo se alimenta de un huésped mamífero infectado, los promastigotes móviles se desarrollan y multiplican en el intestino del flebótomo; en el curso de 8 a 20 días, aparecen parásitos infectantes que son inyectados al picar. En los seres humanos y otros mamíferos, los microorganismos son fagocitados por los macrófagos y se transforman en amastigotes, que se multiplican en el interior de dichas células hasta que éstas se rompen, lo que permite la diseminación a otros macrófagos (Harrison, 2001). En los focos antroponóticos hay transmisión de persona a persona por picadura de flebótomos y, en muy raras ocasiones, por transfusión de sangre. El periodo de incubación, como mínimo, es de una semana y puede prolongarse por muchos meses.

Diagnóstico

Sobre el diagnóstico, es necesario considerar, en primera instancia, el diagnóstico clínico, por los síntomas clínicos que el paciente presenta; epidemiológico, por la procedencia del paciente y el tipo de lesión, orienta al diagnóstico de laboratorio, que se efectúa por métodos directos e

indirectos. El primero tiende a demostrar la presencia del parásito por examen microscópico; como métodos indirectos, se utilizan productos tomados de la lesión e inoculados en medios de cultivo especiales. Entre los métodos inmunológicos utilizados para el diagnóstico de la leishmaniasis, se cuenta con la intradermoreacción de Montenegro, altamente específico y de gran utilidad en la leishmaniasis cutánea. A excepción de la diseminada, en la cual resulta negativa, explora respuestas de inmunidad celular dependiente de linfocito T y se vuelve positiva 24 a 48 horas después de su aplicación en individuos que han estado en contacto con el agente etiológico. Otras técnicas utilizadas son: la inmunofluorescencia indirecta, ELISA y la hemoaglutinación indirecta, con que se detectan inmunoglobulinas específicas (H. Bermúdez; E. Rojas, 2002).

Tratamiento

Los principales medicamentos de elección para tratar la leishmaniasis son los compuestos antimoniales pentavalentes (Sb5); el más conocido comercialmente es el glucantime, que sigue siendo medicamento de primera línea. Es imperativo que el tratamiento sea sostenido y prolongado. La dosis a utilizarse es de 20 mgr. K/peso durante 20 días, hasta un máximo de 850 mgr. Otros medicamentos que se pueden utilizar son: la anfotericina B y la pentamidina (Mollinedo *et al.*, 2007).

Métodos de control y prevención

Las medidas más importantes son:

- Notificación a la autoridad de salud.
- El control de los perros en los focos es discutible.
- Investigación de los contactos y de la fuente de infección; reconocer el ciclo de transmisión local e interrumpirlo de la manera más práctica posible.
- En las zonas de alta incidencia, deben emprenderse actividades intensivas contra la enfermedad, como dotar de medios para el diagnóstico y tomar las medidas más apropiadas contra los flebótomos y los huéspedes mamíferos que sirven de reservorios.
- Protegerse de las picaduras del jején o flebótomo por medio de uso de repelentes, insecticidas, utilizando ropa adecuada y colocando mallas en las ventanas y mosquiteros alrededor de las camas.

- Son igualmente importantes las medidas de salud pública para reducir las poblaciones de jején.
- Realizar el tratamiento específico de los pacientes.
- La eliminación de animales enfermos, posibles reservorios de la enfermedad.
- La limpieza de los arbustos cerca de los domicilios.
- Es importante desarrollar programas de educación para la salud.
- Referente a la vacuna, según el documento de *Epidemiologia, diagnóstico, tratamiento y control de la leishmaniasis en América Latina* de la OPS/OMS, 1994, existe una vacuna contra la leishmaniasis cutánea, la que se ha ensayado por parte de un laboratorio de Maryland (EEUU), con algunos resultados alentadores.

Capítulo II

La leishmaniasis en el departamento de Pando

1. Situación de leishmaniasis en Latinoamérica

La leishmaniasis tegumentaria y muco-cutánea es conocida desde hace mucho tiempo en diferentes países de América Latina. Se han observado representaciones de esta enfermedad en cerámicas precolombinas del Perú, en vasijas con dibujos, donde se representan lesiones mutilantes de la cara y labios, lo que nos muestra la presencia de la leishmaniasis en esta región (Batista Moliner, 2006).

La leishmaniasis, en su forma cutánea, se presenta desde el sur de EEUU hasta el norte de la Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay. En Brasil, la forma cutánea está muy difundida; en 24 de los 26 estados se han registrados casos de leishmaniasis cutánea. Entre los países andinos, la proporción reportada de estas formas de leishmaniasis es la siguiente: en primer lugar, Bolivia; le siguen Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, justificando claramente la necesidad de un control. En Colombia, se notifican casos de leishmaniasis cutánea y muco-cutánea. Se estima un aumento del número de casos, atribuible a actividades de detección y al establecimiento de nuevos asentamientos humanos en zonas enzooticas, sobre toda la Amazonia, las llanuras orientales y la costa del Atlántico. En el Ecuador, 17 de las 21 provincias presentan leishmaniasis hasta en una altitud de 2.400 m.s.n.m.; se han encontrado las formas muco-cutáneas en la región amazónica. Entre 1983 y 1986, se registraron 4.100 casos.

En el Perú, durante el año 1990, se han reportado 5.500 casos, de los cuales 22% han sido de leishmaniasis andina y 78% de leishmaniasis selvática (Batista Moliner, 2006).

2. Situación de la leishmaniasis en Bolivia

Las actividades de control de leishmaniasis en Bolivia se encuentran dentro del Programa de Control de Vectores, que depende, a su vez, de la Dirección General de Epidemiología, dependiente del Ministerio de Salud y Deportes, el que tiene a su cargo dirigir las actividades de control, prevención y educación contra la leishmaniasis en el nivel nacional; el programa carece de recursos económicos y de apoyo técnico para la adquisición de medicamentos específicos en forma oportuna para proveer a los diferentes SEDES; sin embargo, los requerimientos tanto de la parte logística como de insumos están insertos en un plan operativo anual.

De otro lado, los datos estadísticos sobre la leishmaniasis no son del todo confiables; en muchos casos, hay subregistro por la falta de instrumentos de registro, especialmente del informe mensual. Por el momento, se está tratando de validar estos instrumentos; asimismo, se ha podido verificar que los datos del departamento de Pando, en el periodo de enero a noviembre de 2008, en el nivel central del Ministerio de Salud, figuran 370 pacientes y en el nivel departamental se registraron 476 pacientes, observándose que hay disparidad de información; por esta razón, es necesario crear un sistema informático de base de datos.

Asimismo, podemos señalar que la leishmaniasis en Bolivia se encuentra distribuida geográficamente en el área rural de las zonas tropicales y sub-tropicales de los departamentos de La Paz, Beni, Pando, Santa Cruz, Cochabamba, Tarija y Chuquisaca.

En sus diferentes formas, está muy difundida entre los 270 m.s.n.m. a 2.400 m.s.n.m. en los valles, yungas, trópico y sub-trópico.

Bolivia se ha destacado principalmente por los más altos índices de leishmaniasis muco-cutánea (LMC) y leishmaniasis cutánea (LC). La presencia de leishmania visceral en el país es muy rara; sin embargo, investigadores del CENETROP y el Hospital de Niños "Mario Ortiz Suárez", de Santa Cruz, dan a conocer la presencia de un caso de leishmaniasis visceral, contraído en Corumbá, en la zona fronteriza con el Brasil, y realizan una descripción completa en lo clínico, laboratorial y diagnóstico diferencial (Recacoechea et al., 1988). A fines de 1998 y principios de 1999, se ha presentado un foco importante de leishmaniasis en el departamento de Tarija, en Bermejo, localidad fronteriza con la república de Argentina, donde los investigadores, Dr. Sergio Mollinedo y Dr. Alejandro Sánchez Bustamante R., han identificado una nueva cepa (L. Neivae) (Batista

Moliner, 2006), después de la respectiva recolección entomológica y tipificación.

A continuación, se presenta la tasa de incidencia desde 1991 hasta 2008.

Cuadro 1. Incidencia de la leishmaniasis en Bolivia
1991 – 2008

Nº	Año	Nº de casos	Tasa de incidencia x 100 mil habitantes
1	1991	2.045	21,27
2	1992	1.004	14,56
3	1993	913	12,92
4	1994	1.112	15,36
5	1995	1.952	26,33
6	1996	2.310	30,54
7	1997	1.964	25,29
8	1998	1.602	20,15
9	1999	2.470	30,34
10	2000	1.735	22,94
11	2001	2.043	23,60
12	2002	2.548	28,50
13	2003	2.452	27,10
14	2004	2.819	30,50
15	2005	2.657	28,10
16	2006	3.152	32,70
17	2007	3.154	32,80
18	2008	3.013	30,20

Tasa por 100.000 habitantes.
Fuente: Dirección General de Epidemiología. Ministerio de Salud.

Como se puede observar en el anterior, la situación epidemiológica en el país se ha ido modificando; a partir de 1995, las tendencias han ido en aumento, por la existencia de mayor número de casos, por lo que es necesario analizar este comportamiento y las razones del incremento de casos, sin descartar en este análisis la mejora en la notificación, vigilancia y control de este daño, además de la detección precoz. Se observa, también, que la incidencia de la leishmaniasis tiene tendencia a mantenerse como una endemia, con una tendencia

creciente. La mayor incidencia se registró en los años 2006 y 2007, con tasas de incidencia de 32,7 y 32,8 por 100.000 habitantes, respectivamente, influyendo en su presencia los fenómenos migratorios de pobladores de zonas altas hacia zonas bajas, por razones de la recolección de castaña, trabajos en la madera, así como de trabajos agrícolas, por lo que esta afección aqueja mayormente a personas en edad productiva.

Las medidas preventivas que se toman varían de una zona a otra, según los hábitos del flebótomo, vector y los huéspedes mamíferos. La lucha contra la leishmaniasis es difícil y se debe conocer el modo de transmisión, lo que implica la identificación formal del flebótomo y el conocimiento de su ambiente ecológico. Constituye una prioridad contar con un banco de medicamentos para el tratamiento de la leishmaniasis. El costo elevado de glucantime determina tener coberturas bajas en el tratamiento medicamentoso. Es una necesidad importante la implementación de un programa nacional de control de leishmaniasis con suficientes recursos y la participación de varias instituciones, especialmente municipios y sectores de la población.

La población en riesgo de enfermar de leishmaniasis en Bolivia está estimada en más de 900.000 habitantes, repartidos en siete departamentos de Bolivia: Pando, Beni, La Paz, Santa Cruz, Cochabamba, Tarija y Chuquisaca. Como se puede apreciar en el Cuadro 1, sólo los departamentos de Oruro y Potosí están libres de este riesgo, por su ubicación geográfica de altitud y clima frío.

Los cuadros 2 y 3 nos brindan una información de las gestiones 2007 y 2008 sobre la incidencia de la leishmniasis en el país por departamentos; toman en cuenta sólo la población en riesgo ubicada en las regiones subtropicales y tropicales de los departamentos, ya que la población total –incluyendo la zona altiplánica de los departamentos– distorsiona la información, por ejemplo, en la Paz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija, que tienen zonas altas y frías. Por otro lado, en Pando, la población susceptible se encuentra en el área rural, no así en Cobija, donde no existe transmisión, porque no existe la presencia del vector trasmisor de la leishmaniasis.

La tasa de incidencia más elevada se encuentra en el año 2008 en el departamento de Pando (130,6 x 10.000 hab.), superando a La Paz (78,9 x 10.000 hab.) y al Beni (84,3 x 10.000 hab.). Para el cálculo de las tasas de incidencias más aproximadas a la realidad, se han tomado en cuenta las poblaciones en riesgo, con presencia de casos autóctonos, la presencia del vector, con clima subtropical o tropical. Llaman la

atención los casos notificados en los departamentos de Oruro y Potosí, los mismos que son importados, en vista de que no hay presencia del vector en esta región. El grupo de edad más afectado se encuentra en la población económicamente activa.

Cuadro 2. Incidencia de leishmaniasis por departamentos de Bolivia por grupo etáreo
Gestión 2007

Dpto.	< 1 a	1 - 4	5 - 14	15 - 59	60 y +	Total	Pob. Total	Pob. en riesgo	Tasa por 10.000 Hab
Beni	5	17	98	435	46	601	422.434	76.202	78.8
Chuquisaca	0	0	0	7	0	7	621.383	80.401	1.7
Cochabamba	0	10	56	253	24	342	1747.901	181.200	18.9
La Paz	24	178	324	1095	92	1.713	2715.016	198.420	86.3
Oruro *	0	0	5	3	1	9	440.657		-
Pando	0	13	96	301	6	416	72.427	36.266	114.7
Potosí *	3	1	0	3	2	9	776.568		-
Santa Cruz	5	9	7	21	2	44	2.546.881	332.122	1.3
Tarija	3	1	2	27	8	41	484.249	86.421	47.4
TOTAL	40	229	588	2145	181	3182	9.827.516	971.032	32.8

*Los casos de leishmaniasis de Oruro y Potosí no son autóctonos.
Fuente: Dirección General de Epidemiología, Ministerio de Salud.

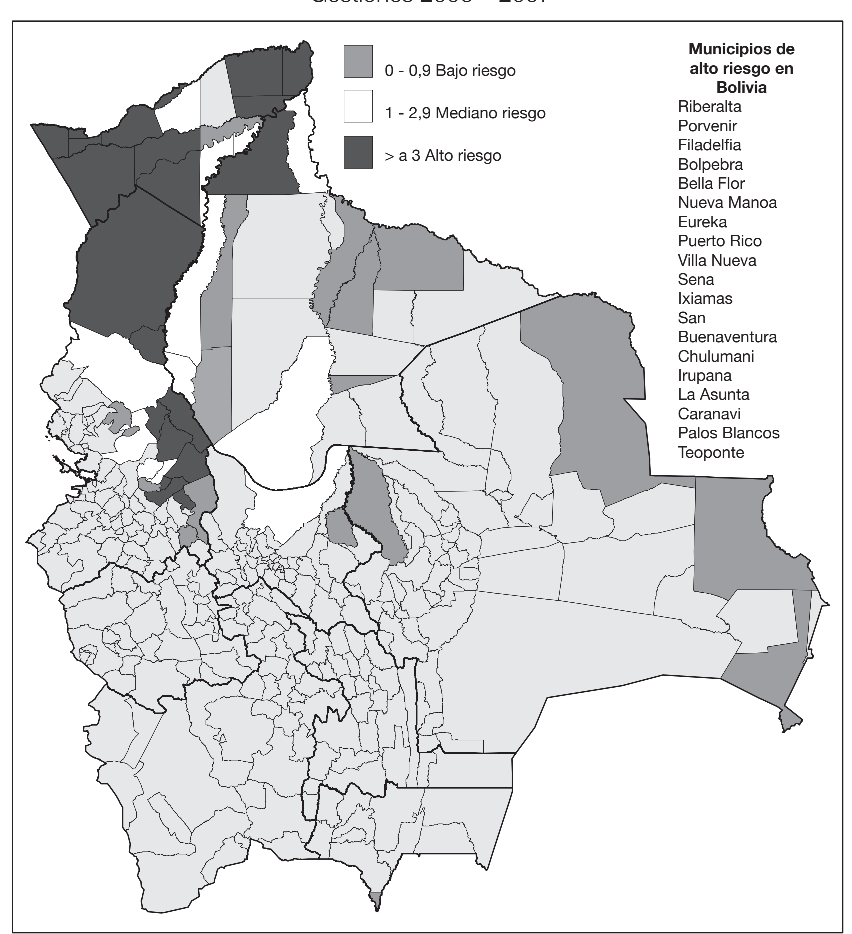
Cuadro 3. Incidencia de leishmaniasis por departamentos de Bolivia por grupo etáreo
Gestión 2008

Dpto.	< 1 a	1 - 4	5 - 14	15 - 59	60 y +	Total	Pob.	Pob. en riesgo	Tasa por 10.000 Hab
Beni	4	12	90	530	26	662	430.049	78.488	84,3
Chuquisaca	0	0	0	9	0	9	631.062	62.213	1,4
Cochabamba	8	9	22	256	23	318	1.786.035	186.200	17,1
La Paz	48	167	182	984	89	1.470	2.756.989	204.372	78,9
Oruro	0	1	0	2	1	4	444.093	-	-
Pando	0	6	152	310	8	476	75.335	36.345	130,6
Potosí	0	0	0	2	2	4	780.392	-	-
Santa Cruz	8	4	1	21	3	37	2626.697	341.900	1,1
Tarija	0	2	1	24	6	33	496.988	89.021	3,7
TOTAL	68	201	448	2.138	158	3.013	10.027.640	998.539	30,2

Fuente: Dirección General de Epidemiología. Ministerio de Salud.

En el siguiente mapa se pueden observar los municipios de riesgo en el nivel nacional:

Mapa 1. Estratificación de casos de leishmaniasis por municipios y nivel de riesgos – Bolivia
Gestiones 2006 – 2007



Fuente: Dirección General de Epidemiología. Ministerio de Salud.

Mapa 2. Estratificación de casos de leishmaniasis por municipios y nivel de riesgos – Bolivia
Gestiones 2006 – 2007

Fuente: Dirección General de Epidemiología. Ministerio de Salud, 2007.

Claramente, se puede observar en el mapa de las gestiones 2006 y 2007 que los municipios con alto riesgo se encuentran ubicados entre los municipios de los Yungas y norte de La Paz, en el Beni y 11 municipios en riesgo en el departamento de Pando; los mismos se encuentran remarcados con el tono más oscuro.

3. Situación de la leishmaniasis en el departamento de Pando

En el departamento de Pando, funciona el Programa de Control de Leishmaniasis, dependiente del Programa de Control de Vectores del Servicio Departamental de Salud (SEDES), que, a su vez, depende del Ministerio de Salud y Deportes, con un médico responsable del programa.

El programa no cuenta con un plan de trabajo anual (POA), donde se señalen los objetivos y metas, y un presupuesto, para cumplir con actividades propias del programa, como la capacitación de personal, equipos y materiales de diagnóstico, medicamentos para el tratamiento de leishmaniasis cutánea y muco-cutánea, material educativo para la población y otros. En lo que se refiere al diagnóstico de pacientes, se lo realiza en el laboratorio del Programa de Control de Vectores, cuyo personal está conformado por una bioquímica, una técnica de laboratorio y una auxiliar de laboratorio, quienes han sido capacitadas en forma continua desde hacen varios años En este laboratorio, se realizan, además, exámenes de gota gruesa (malaria), toma de muestras para dengue y exámenes directos de leishmaniasis cutánea. Para la leishmaniasis muco-cutánea, se toman muestras de sangre y se envían para su análisis serológico al laboratorio del Instituto Nacional de Laboratorios (INLASA) de La Paz.

En lo que respecta al tratamiento, se ha podido precisar que es una de las falencias más sentidas del programa, en vista de que no se cuenta con la provisión suficiente de medicamentos (glucantime en ampollas) para el tratamiento de la leishmaniasis cutánea, menos con anfotericina B, para el tratamiento de leishmaniasis muco-cutánea. Se pretende involucrar a los municipios para incluir este requerimiento en sus POAs y, de esta manera, financiar los medicamentos específicos a partir del año 2009.

En el departamento de Pando, se han presentado casos de leishmaniasis desde 1996 a 2008 de acuerdo con el siguiente detalle:

Cuadro 4. Casos de leishmaniasis en el departamento de Pando a 2008

No.	Año	No. Casos	Población Rural	Tasa x 10.000 hab.
1	1996	66	27.524	24,0
2	1997	146	28.499	51,2
3	1998	168	29.437	57,1
4	1999	128	30.340	42,2
5	2000	218	31.230	69,8
6	2001	129	32.013	40,3
7	2002	184	32.818	56,1
8	2003	134	33.595	39,9
9	2004	122	34.319	35,5
10	2005	122	35.021	34,8
11	2006	394	35.658	110,5
12	2007	416	36.267	114,7
13	2008	476	36.846	130,6

Fuente: Programa Control de Leishmaniasis SEDES Pando e INE.

Estos datos estadísticos son generados por el Programa de Leishmaniasis de SEDES Pando, con base en la información de los Servicios de Salud de todo el departamento.

Gráfico 1. Tendencia de casos de leishmaniasis en el departamento de Pando 1996 a 2008

500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0

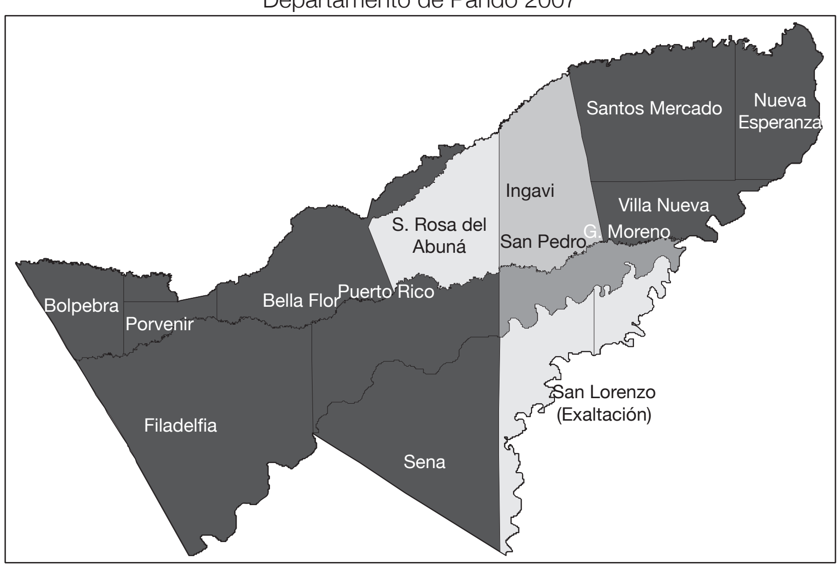
1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el anterior gráfico, la tasa de incidencia de la leishmaniasis en el departamento de Pando, en el transcurso de los años 1996 a 2008, se ha mantenido elevada, pese a que la detección de casos se ha realizado sólo a demanda de los pacientes en los diferentes servicios de salud, siendo el año 2008 el de mayor número de casos (476) y, a su vez, de la mayor tasa de incidencia (130,9 x 10.000).

No existe un programa de educación sanitaria de la leishmaniasis con un equipo multidisciplinario. Se tiene conocimiento de la elaboración del manual comunitario de prevención de la leishmaniasis en el departamento de Pando, elaborado por un equipo de investigadores de la UAP, con ayuda del PIEB, aunque falta mayor difusión de este manual (Chambi *et al.,* 2008).

Mapa 3. 11 municipios de riesgos con leishmaniasis
Departamento de Pando 2007



Fuente: SNIS SEDES Pando.

De acuerdo con el mapa, se observan 11 municipios en alto riesgo (tono oscuro) en el departamento por los reportes de los diferentes Centros de Salud del departamento de Pando, siendo los más importantes Filadelfia, Bolpebra, Puerto Rico, Porvenir. Los casos en Cobija se encuentran en zonas rurales de la capital del departamento. Anteriormente, se presentaba mayor número de casos en Cobija, pero han sido depurados por pertenecer a otros municipios del área rural.

Cuadro 5. Casos de leishmaniasis por procedencia de municipios del departamento de Pando 2008

No.	Municipio	Total Fem.	Total Masc.	Total
1	Bella Flor	6	15	21
2	Bolpebra	7	37	44
3	Cobija rural	1	5	6
4	El Sena	7	16	23
5	Filadelfia	42	126	168
6	Gonzalo Moreno	5	13	18
7	Ingavi	2	7	9
8	Nueva Esperanza	5	24	29
9	Porvenir	13	41	54

(Continúa en la siguiente página)

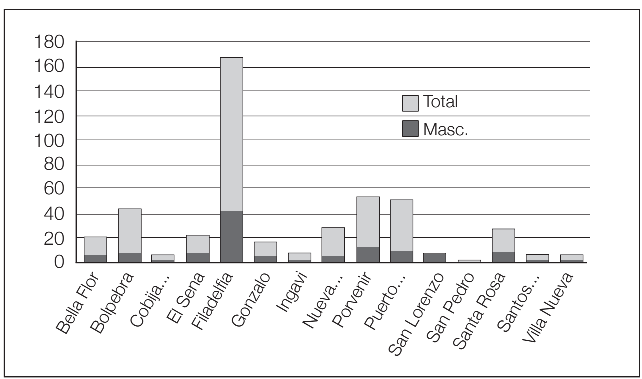
(Continuación de la página anterior)

10	Puerto Rico	10	42	52
11	San Lorenzo	6	2	8
12	San Pedro		2	2
13	Santa Rosa	9	19	28
14	Santos Mercado	2	6	8
15	Villa Nueva	2	4	6
	Total general	117	359	476

Fuente: Programa Control de Leishmaniasis SEDES PANDO.

La leishmaniasis se encuentra distribuida en todo el departamento; sin embargo, se han podido precisar algunos focos como es el caso de Filadelfia, Porvenir, Bolpebra y Puerto Rico, donde deben intensificarse las medidas de control y prevención.

Gráfico 2. Casos de leishmaniasis por procedencia de municipios del departamento de Pando 2008



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Leishmaniasis en el departamento de Pando por grupo etáreo 2008

No.	Edad	Número de casos	%
1	0 - 4	6	1.26%
2	5 - 14	152	31.93%
3	15 - 59	310	65.13%
4	60 -	8	1.68%
	TOTAL	476	100%

Fuente: Programa de Leishmaniasis SEDES Pando.

El grupo etáreo más afectado por esta enfermedad es la población económicamente activa de 16 a 59 años (65%), con predominio del sexo masculino (79%), esto por la forma del trabajo (recojo de castaña, extracción de madera y trabajos agrícolas).

Gráfico 3. Leishmaniasis en el departamento de Pando por grupo etáreo 2008

Frecuencia
120
100
80
60
40
20
0
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 7 y mayor

Fuente: Elaboración propia.

El mayor número de casos, de acuerdo con el periodo, se encuentra en los meses de mayo y junio, cuando existe gran número de población migrante, después de haber realizado el trabajo de recojo de almendras desde los meses de noviembre a marzo.

De acuerdo con las entrevistas a autoridades del Programa de Leishmaniasis, tanto en el nivel nacional como departamental, se constata que existen muchas debilidades, administrativas y de gestión, razón por la cual no hay suficiente abastecimiento de medicamentos en los diferentes establecimientos de salud para el tratamiento de pacientes positivos con esta enfermedad; por otro lado, el inadecuado registro de instrumentos dificulta el manejo de base de datos del programa, dando como resultado el manejo de información irreal; por ejemplo, los datos de Pando desde el Ministerio de Salud como información departamental de enero a noviembre señalan 135 pacientes, en tanto que en el SEDES Pando el dato real de enero a noviembre fue de 310 pacientes; por estas incoherencias existen problemas en la información y manejo de registros.

Existe ausencia de programas educativos de prevención de la enfermedad de las instituciones responsables del control, como ser el Ministerio de Salud y Deportes, igualmente en el nivel departamental y local.

De acuerdo con el instrumento aplicado en relación con las viviendas, se ha podido observar que las comunidades visitadas (San Pedro, Purísima, Espíritu 1, Holanda, Espíritu 2, 10 de Noviembre, Buyuyo, Empresiña, Curichon, Planchón, Petronila y Soberania.) prácticamente en su totalidad están construidas de madera rústica, de techo de jatata (palma), observándose que las ventanas y puertas no ofrecen protección al ingreso de vectores; por otro lado, se observan arbustos en las proximidades de las viviendas, los mismos que son potenciales para los criaderos de los mosquitos flebótomos causantes de esta enfermedad. La presencia de animales domésticos y salvajes ofrece el riesgo de transmitir esta enfermedad.

Existen instrumentos de registro, como ser la historia clínica de cada paciente del Programa de Leishmaniasis, para el informe mensual, e instrumentos de supervisión que son utilizados en forma inadecuada o, en algunos casos, no son utilizados por falta de capacitación al personal operativo.

4. Situación de la leishmaniasis en el área rural de Pando

El municipio de Filadelfia, perteneciente a la Red I de Cobija, distante a unos 70 Kms. de Cobija por carretera, presenta la tasa de incidencia más elevada en el departamento de Pando; cuenta con personal de enfermería, un microscopista y un chofer de la ambulancia. Con referencia a la infraestructura, cuenta con ambientes que tienen las condiciones mínimas para la atención de pacientes de diversa patología y con cuatro camas para la internación de pacientes. La atención de pacientes con leishmaniasis se efectúa a demanda, no se realiza búsqueda activa; el diagnóstico se realiza, en primera instancia, en forma clínica, en vista de que el microscopista no está capacitado para diagnosticar leishmaniasis y sólo realiza baciloscopía para la detección de tuberculosis. Además, el Centro de Salud cuenta con un microscopio solar que no reúne las condiciones adecuadas para el diagnóstico microscópico de esta afección, pese a que esta localidad tiene energía eléctrica. Las muestras se envían al laboratorio del Programa de Control de Vectores del nivel regional en Cobija.

Se ha podido verificar en los registros del C.S. Filadelfia que los casos de leishmaniasis proceden de diferentes localidades alejadas de Filadelfia, especialmente de Soberanía, población fronteriza con el Perú; sólo dos pacientes fueron autóctonos en la población de Filadelfia.

Una de los problemas más destacables en el Programa de Control de Leishmaniasis es la falta de medicamentos para el tratamiento de los enfermos. Una vez confirmado el diagnóstico, los pacientes no reciben

los medicamentos, como el glucantime, debiendo esperar en muchos casos hasta dos meses. La cobertura de tratamiento sólo alcanza al 20% de los pacientes diagnosticados con leishmaniasis.

Se ha podido observar que los pobladores se internan al bosque para realizar trabajos agrícolas, recolección de castaña, explotación de madera, generalmente vestidos con ropa consistente en camisas de manga corta y short, por las altas temperaturas de la región que llegan a 32º a 34º en determinadas horas; esto facilita la exposición a picaduras de los vectores.

No se cuenta con un programa de educación sanitaria a la población, pese a que el Centro de Salud cuenta con un equipo audiovisual (DVD y televisor), pero no se tiene material educativo como videos, afiches, trípticos y volantes.

En la RED II Puerto Rico se cuenta con personal de apoyo para la detección y el tratamiento de pacientes con leishmaniasis, es decir, entre personal de malaria; sin embargo, el personal de apoyo carece de conocimientos técnicos actualizados para realizar el trabajo de acuerdo con normas actuales; por lo tanto, es urgente la capacitación del personal operativo para el manejo de casos de leishmaniasis en la Red II. La detección de casos en todos los establecimientos de salud de la Red II se da a través de la búsqueda de casos sospechosos en las comunidades de influencia del establecimiento de salud.

El 80% de los médicos indica que el diagnóstico de los pacientes que acceden a los establecimientos de salud, a través de frotis directo de la herida sospechosa, da falsos resultados, por lo que los pacientes son referidos al laboratorio del Centro de Salud de Puerto Rico, para poder realizar el test de IDRM; a la vez, surgen otros problemas por estas causas, por ejemplo, la pérdida de pacientes que, en la mayoría de los casos, ya no retornan al establecimiento de origen.

El equipamiento de laboratorio con el que cuentan los establecimientos de salud se limita a un laboratorio básico que realiza lectura para diagnosticar malaria, tuberculosis y leishmaniasis, ésta última sólo a través de la prueba de Montenegro; el personal que trabaja en el servicio de laboratorio básico es personal del Programa de Malaria.

El 100% de los establecimientos de salud pertenecientes a la Red II utiliza el glucantime como medicamento de tratamiento del paciente con leishmaniasis, aplicando la tabla de tratamiento de acuerdo con normas establecidas por el Ministerio de Salud y Deportes (primer día, ¼ dosis; segundo día, ½ dosis; tercer día, ¾ dosis; cuarto día, dosis completa, hasta completar los 20 días). Sin embargo, el 50% de los establecimientos carece de medicamentos en sus farmacias.

Los problemas que presentan todos los establecimientos se refieren a la dotación insuficiente de insumos para el laboratorio y farmacia para el tratamiento de casos de leishmaniasis por parte del SEDES y los municipios; la insuficiente capacitación del personal de salud, población con escasa información sobre la enfermedad de la leishmaniasis, pocas actividades de prevención.

Finalmente, se verificó que las viviendas de los municipios de Puerto Rico, Santa Rosa, Humaita Blanca Flor y el Sena tienen las mismas características del municipio de Filadelfia, construidas con materiales rústicos (ver anexo 4).

Capítulo III

Fundamento teórico-metodológico para el estudio de la leishmaniasis mediante modelos de simulación

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) son hoy instrumentos básicos para la investigación biomédica y de salud. La adopción y el uso eficiente de las TICs están ligados a la capacidad competitiva de los investigadores y las organizaciones en un marco de globalización de la ciencia (citado en Monteagudo, 2004). Dentro del campo de la epidemiologia, la modelación matemática de la dinámica de transmisión de las enfermedades data de 1770, con el primer artículo que incluye un modelo matemático explícito para una enfermedad infecciosa, publicado por Daniel Bernoulli (1700-1782); posteriormente, la propuesta de Kermack y Mc Kendrick (1927) del modelo SIR (Susceptible, Infectado y Removido) ha impactado positivamente en el área de la organización y control de epidemias; consecuentemente, el empleo de modelos matemáticos se incrementó en los últimos años (Montesinos & Hernández, 2007).

1. Modelación y simulación con dinámica de sistemas

La metodología utilizada para el desarrollo de este estudio se denomina dinámica de sistemas, que es una metodología que formaliza el proceso de construcción de modelos complejos de sistemas dinámicos, ya sean sociales, biológicos o ecológicos, donde juegan un papel primordial los bucles de realimentación y los retardos. La dinámica de sistemas surge al mismo tiempo que se desarrollan otros movimientos científicos y tecnológicos que le sirven de fundamento, como la teoría general de sistemas, la informática y la cibernética. J.W. Forrester, ingeniero del M.I.T., desarrolló esta metodología durante la década de los años 50, fundamentada en la teoría de control, pero es a partir de los años 60 cuando se extiende su aplicación a los campos económico, político,

médico, ambiental, biológico, educativo, jurídico y del transporte (Lizarazu y otros, 2007).

En el artículo de 2006, Ortiz y Maneiro desarrollan el proceso de modelado como un conjunto de operaciones de estudio y análisis mediante el cual se construye el modelo del aspecto de la realidad. Este proceso implica principalmente analizar toda la información de la que se dispone en relación con el proceso, tomando en cuenta los aspectos esenciales, de tal manera que se pueda representar mediante un lenguaje sistémico. Para la construcción de un modelo, se parte de información de dos tipos: Por una parte, se tienen registros numéricos de las trayectorias seguidas en el pasado por las magnitudes correspondientes. Por otra, se dispone de una información, de naturaleza muy variada, sobre cómo se producen las interacciones en el seno del sistema. El método de la dinámica de sistemas asume que la información relevante es la del segundo tipo. Es decir, información con respecto a cómo se producen las interacciones en el seno del sistema, aunque sea en principio cualitativa. Sólo después de la construcción del diagrama de Forrester, de acuerdo con este método, empieza a tener interés la consideración de la información numérica.

Según Ortiz y Maneiro (2006), la modelación y simulación con dinámica de sistemas comprende las siguientes fases:

- **Definición del problema.** En esta primera fase se trata de definir claramente el problema y de establecer si es adecuado para ser descrito con la dinámica de sistemas. Para ello, el problema debe ser susceptible de ser analizado en elementos componentes, los cuales llevan asociadas magnitudes cuya variación a lo largo del tiempo queremos estudiar.
- **Conceptualización del sistema.** Una vez definido el problema, en esta segunda fase, se trata de iniciar dicho estudio, identificando los distintos elementos que integran la descripción, así como las influencias que se producen entre ellos. El resultado de esta fase es el establecimiento del diagrama de influencias del sistema.
- **Formalización.** En esta fase se pretende convertir el diagrama de influencias, alcanzado en la anterior fase, en el de Forrester. A partir de este diagrama, se pueden escribir las ecuaciones del modelo (algunos entornos informáticos permiten hacerlo directamente). Al final de la fase, se dispone de un modelo del sistema programado en un computador.

- **Comportamiento del modelo.** Esta cuarta fase consiste en la simulación informática del modelo para determinar las trayectorias que genera; se realiza un conjunto de experimentos para determinar cómo responderá a cambios en su estructura, ambiente e interrelaciones causa-efecto. Requiere de aplicaciones informáticas adecuadas, tales como Profesional Dynamo, Stella, I-Think, PowerSim, Vensim y otros.

Gráfico 4. Simbología de un diagrama de Forrester

ELEMENTO	SÍMBOLO
Variable de Nivel o Stock	NIVEL
Variable de flujo	FLUJO
Variable Auxiliar	VAR
Canales Materiales y de Información	MATERIALES INFORMACIONES
Retardos	Retardos

Fuente: Ortiz y Maneir, 2006.

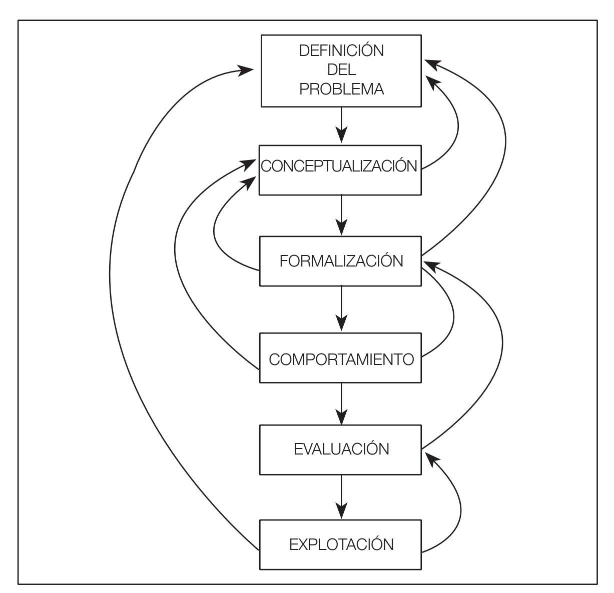
- **Evaluación del modelo.** En esta fase se somete el modelo a una serie de ensayos y análisis para evaluar su validez y calidad. Estos análisis son muy variados y comprenden desde la comprobación de la consistencia lógica de las hipótesis hasta el estudio del ajuste

entre las trayectorias generadas por el modelo y las registradas en la realidad. Asimismo, se incluyen análisis que permiten determinar la sensibilidad del modelo y, por tanto, de las conclusiones que se extraigan de él, en relación con los valores numéricos de los parámetros que incorpora o las hipótesis estructurales.

- **Explotación del modelo.** En esta última fase, el modelo se emplea para analizar políticas alternativas que pueden aplicarse al sistema que se está estudiando. Estas políticas alternativas se definen normalmente mediante escenarios que representan las situaciones a las que debe enfrentarse el usuario del modelo.

El conjunto de estas fases se representa en el Gráfico 5. En este gráfico, además de la secuencia de los bloques que representan las fases, de arriba a abajo, se muestran flechas que indican vueltas hacia atrás del proceso de modelado. Se quiere con ello indicar que el proceso de modelado no consiste en recorrer secuencialmente, y por orden correlativo, estas fases, sino que, con frecuencia, al completar alguna de ellas, debemos volver hacia atrás, a una fase anterior, para reconsiderar algunos supuestos que hasta entonces habíamos considerado válidos.

Gráfico 5. Proceso de modelado y simulación con dinámica de sistemas



Fuente: Ortiz y Maneiro, 2006.

2. Modelos de simulación en epidemiología

De acuerdo con Chamorro (2002), un modelo matemático es una representación simplificada del problema de decisión, en la que las variables de interés, el objetivo y las restricciones se representan mediante símbolos matemáticos y ecuaciones; el propósito de la modelación matemática en epidemiologia es hacer predicciones sobre la incidencia y la prevalencia de enfermedades, mejorar la comprensión de los mecanismos biomédicos o probar hipótesis sobre estos mecanismos.

De acuerdo con Montesinos & Hernández (2007), los modelos pueden clasificarse en estocásticos y determinísticos. Los modelos estocásticos son considerados por primera vez a inicios del siglo XX. Estos modelos puede ser utilizados en epidemias con un número pequeño de personas. Actualmente, es posible disponer de varios modelos que pueden ser adaptados dependiendo de la epidemia.

En un modelo determinístico se pueden controlar los factores que intervienen en el estudio del proceso o fenómeno y, por tanto, se puede predecir con exactitud sus resultados. Los modelos determinísticos aparecieron a finales del siglo XIX, gracias a la explicación del mecanismo general del desarrollo de una epidemia y a una mayor familiarización con datos epidémicos reales; están basados en ecuaciones diferenciales capaces de representar los mecanismos de transmisión cuyos parámetros se calculan a partir de los datos disponibles (Bailey, 1975, citado en Chamorro, 2002).

Según Montesinos & Hernández (2007), los principales modelos estándar de transmisión de enfermedades infecciosas son: Los modelos SI, SII y SIS que pueden modelarse en forma determinista o estocástica y en todos ellos se asume que la interacción entre los individuos es aleatoria. Estos modelos parten del supuesto de que los individuos se encuentran en uno de varios estados posibles. En función de dichos estados, la población puede incluirse en algunas categorías: individuos susceptibles (S), infectados (I), inmunes (I) o removidos (R), etc. El modelo susceptible-infectado (SI) es aplicable en casos en el que un individuo pasa de estar susceptible a infectado. El modelo susceptible-infectado-inmune (SII), relacionado con las enfermedades que confieren inmunidad permanente y un ciclo típico, incluye los tres estados. Esto no quiere decir que todos los individuos de una población deban pasar por estos estadios; algunos no serán infectados y permanecerán sanos, o sea, siempre en estado S, otros serán inmunizados artificialmente por vacunación o algún otro método y pasarán a ser R sin haber estado infectados. El modelo susceptible-infectado-susceptible (SIS) se usa en

casos en que la enfermedad no confiere inmunidad y el individuo pasa de estar infectado a susceptible nuevamente, saltando la etapa R.

En el trabajo de Morilla F. y Donato (2005), se presenta un modelo dinámico para el análisis y simulación de las enfermedades transmisibles en una población que se encuentra repartida en tres grupos de población: "susceptibles", "infectados" e "inmunes o removidos". El modelo es lo suficientemente general como para poder simular un amplio abanico de enfermedades, de gran importancia en la actualidad, y de situaciones relacionadas con ellas. Se asumen las siguientes hipótesis simplificadoras:

- La población es constante, es decir, el saldo de nacimientos, defunciones y fenómenos migratorios es nulo.
- La enfermedad es lo suficientemente suave como para que los enfermos no dejen de hacer una vida normal, y éstos no se curan completamente durante el periodo de la epidemia; con ello se evita la re-infección.
- La población se encuentra repartida en dos grupos de población: los "enfermos" y los "susceptibles" de contraer la enfermedad, homogéneamente mezclados.

El modelo admite diversas ampliaciones sin necesidad de distinguir más grupos de población que los ya considerados. En primer lugar, se puede ampliar suponiendo que existe curación entre la población enferma, que ésta se produce por término medio en un número de días y que no existe inmunidad permanente, por tanto, puede existir re-infección. También, se puede ampliar suponiendo que existe una tasa de letalidad (tasa de mortalidad entre la población enferma), es decir, suponiendo que la población total deja de ser "constante". Aun así, el modelo seguiría siendo bastante simple como para representar la propagación de determinadas enfermedades infecciosas.

Capítulo IV

Simulación de la dinámica de transmisión de la leishmaniasis

En este capítulo, se presenta el modelo dinámico de comportamiento de transmisión de la leishmaniasis con base en el modelo dinámico genérico SII (Susceptible-Infectado-Inmune) de difusión de una enfermedad, propuesto por Kermack y McKendrick en 1927 y citado por Fernando Morilla y Juan Donato (2005), en el artículo "Situaciones endémicas en enfermedades transmisibles"; asimismo, se presentan las simulaciones y la discusión de resultados. Este modelo incorpora la variable auxiliar Ro, que es el número reproductivo básico y representa el número de nuevos casos que produce una persona infectada durante su periodo de contagio.

1. Conceptualización del modelo dinámico de la leishmaniasis

El modelo de simulación SII (Susceptible-Infectado-Inmune) está especialmente orientado a la propagación de enfermedades infecciosas en tres grupos de población. El modelo consta de tres variables de estado, seis variables de flujo, seis parámetros y cuatro variables auxiliares, que se relacionan mediante trece ecuaciones.

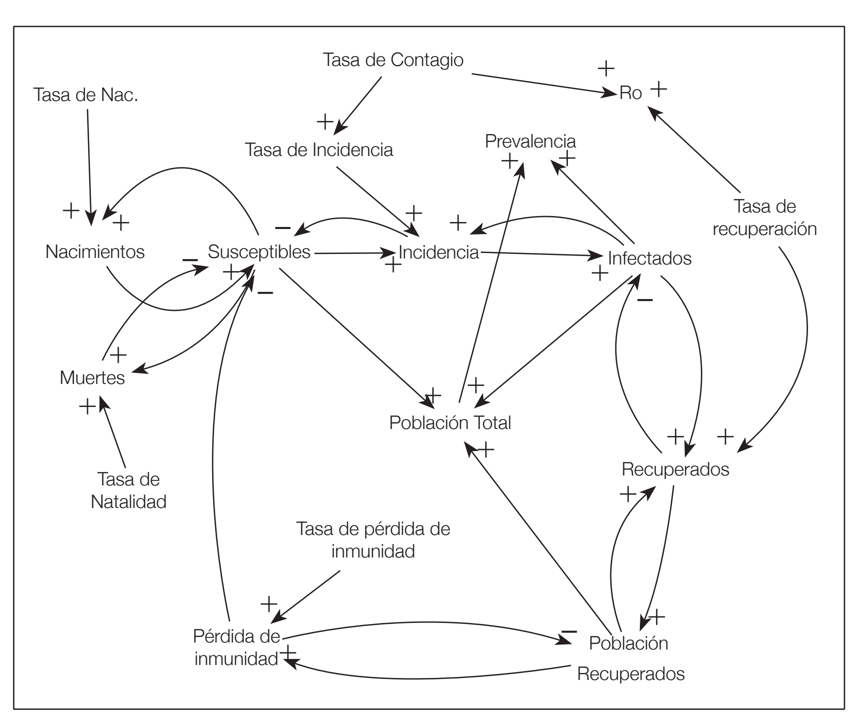
Con base en el modelo SII, descrito por Morilla y Donato (2005), a continuación se describe el modelo dinámico conceptual de simulación para el comportamiento de la leishmaniasis. Considerando que un modelo matemático es una representación simplificada de la realidad (Chamorro, 2002), el objetivo del presente trabajo es hacer predicciones sobre la incidencia y la prevalencia, de tal manera que puedan probarse hipótesis sobre el comportamiento futuro de la epidemia.

Se parte de los siguientes supuestos:

- La población de humanos tiene un tasa de crecimiento de 0,031 (datos INE) en ausencia de vacunación y de re-infección.

- La población de vectores se mantiene constante en el tiempo.
- Las poblaciones de humanos y mosquitos son homogéneas en cuanto a susceptibilidad, exposición, atractividad, etc.
- Se ignoran los periodos de incubación dentro de los humanos y mosquitos (infectados = infectantes).
- Se ignora la mortalidad en humanos.
- La infección es regulada por el proceso de recuperación en los hospedadores vertebrados y de mortalidad en los vectores. Los hospederos vertebrados que se recuperan pasan de nuevo a ser susceptibles y los vectores que mueren son reemplazados por otros.

Gráfico 6. Diagrama de influencias
Modelo dinámico de la leishmaniasis

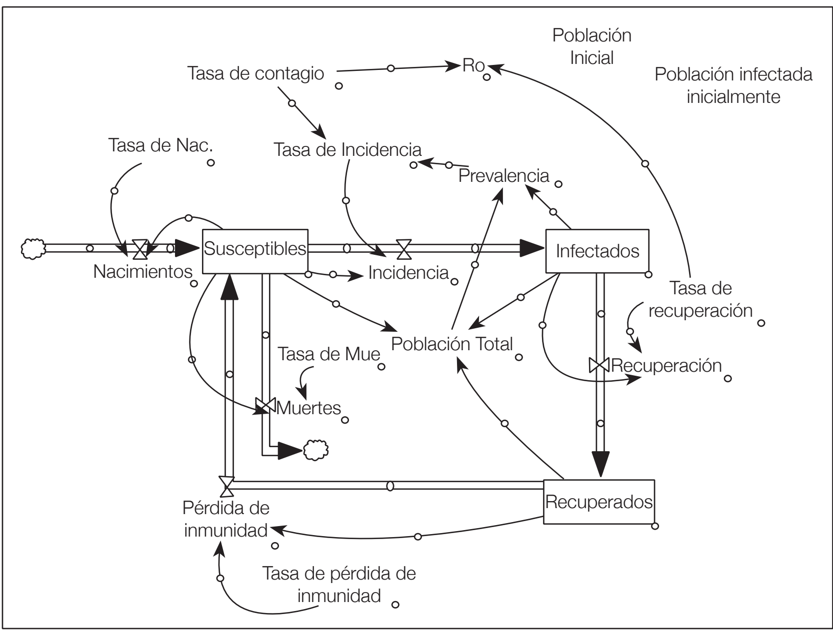


Fuente: Elaboración propia.

El modelo cuenta con tres grupos de población que son: la población de *susceptibles* (personas que no poseen suficiente resistencia contra el agente patógeno causante de la enfermedad), los *infectados* (personas con cierto trastorno producido por la enfermedad) y los *inmunes o re-*

cuperados (personas que poseen suficiente resistencia contra el agente patógeno causante de la enfermedad debido a que han desarrollado anticuerpos). Las variables de flujo (*incidencia, recuperación, y pérdida de inmunidad*) representan los correspondientes cambios de estado en la población, como consecuencia de la enfermedad. El flujo más representativo del modelo es la *incidencia*, que recoge el número de casos nuevos (de la enfermedad específica), diagnosticados o notificados en la unidad de tiempo. Los parámetros (*tasa de recuperación* y *tasa de pérdida de inmunidad*) representan las proporciones de un determinado grupo de población que cambia de un estado a otro (véanse las ecuaciones). El parámetro *tasa de contagio*, también llamado coeficiente de transmisión de la enfermedad, recoge dos factores de las enfermedades infecciosas: la tasa de contacto entre personas susceptibles e infectadas y la probabilidad de transmisión de la enfermedad a partir de un contacto.

Gráfico 7. Modelo de comportamiento de la leishmaniasis en Vensim



Fuente: Elaboración propia.

Las cuatro variables auxiliares del modelo son; la *población total*, la *prevalencia*, la *tasa de incidencia* y el *número reproductivo básico*. La *población total* se incorpora como variable en el modelo para tener contabilidad

instantánea de la población. La *tasa de incidencia* representa la proporción de susceptibles que dejan de estarlo y pasan a estar infectados.

2. Formalización del modelo dinámico de la leishmaniasis

En esta fase se procede a convertir el modelo conceptual de diagrama de influencias en el de Forrester. A partir de este diagrama se describen las ecuaciones del modelo en el entorno informático VENSIM; esta herramienta de modelización y simulación permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas, mediante diagramas de Forrester (Ventana Systems, Inc., 2002). A continuación, se detallan las ecuaciones del modelo.

$$\frac{d(Susceptibles(t))}{dt} = Nacimientos(t) + PérdidaDeInmunidad(t) - Muertes(t) - Incidencia(t) \quad (1)$$

$$\frac{d(Infectados(t))}{dt} = Incidencia(t) - Recuperados(t) \quad (2)$$

$$\frac{d(Recuperados(t))}{dt} = Recuperación(t) - PérdidaDeInmunidad(t) \quad (3)$$

$$PoblaciónTotal(t) = Susceptibles(t) + Infectados(t) + Recuperados(t) \quad (4)$$

$$Prevalencia(t) = \frac{Infectados(t)}{PoblaciónTotal(t)} \quad (5)$$

$$TasaDeIncidencia(t) = TasaDeContagio * Prevalencia(t) \quad (6)$$

$$Incidencia(t) = TasaDeIncidencia(t) * Susceptibles(t) \quad (7)$$

$$Recuperación(t) = TasaDeRecuperación(t) * Infectados(t) \quad (8)$$

$$PérdidaDeInmunidad(t) = TasaDePérdidaDeInmunidad * PoblaciónRecuperados(t) \quad (9)$$

$$Nacimientos(t) = TasaDeNacimientos * Susceptibles(t) \quad (10)$$

$$Ro = \frac{TasaDeContagio}{TasaDeRecupeación} \quad (11)$$

$$Nacimientos(t) = TasaDeNacimientos * Susceptibles(t) \quad (12)$$

3. Estimación de parámetros del modelo de comportamiento de la leishmaniasis

Para la estimación de los parámetros de simulación del modelo de comportamiento dinámico de la leishmaniasis antes mencionado, es necesario considerar la información histórica de la incidencia registrada (1996-2008).

Gráfico 8. Casos de leishmaniasis en el departamento de Pando 2000 a 2008

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior, se observa que la incidencia durante los periodos 2000 a 2005 tiene un comportamiento regular; sin embargo, en el año 2006, la incidencia sube más de 300%. Este tipo de comportamiento da lugar a considerar el ajuste para el caso donde la incidencia tiene un comportamiento regular (2000-2005) y otro ajuste para el caso de los últimos tres años, dando lugar a las siguientes estimaciones.

Cuadro 7. Estimación de parámetros

No.	Parámetros	Caso 1 (1996-2005)	Caso 2 (2006-2008)
1	Tasa de contagio	0,28	0,354
2	Tasa de recuperación	0,21	0,287
3	Tasa de pérdida de inmunidad	0,50	0,50
4	Población Inicial	36.846	36.846
5	Población inicial infectada	476	476

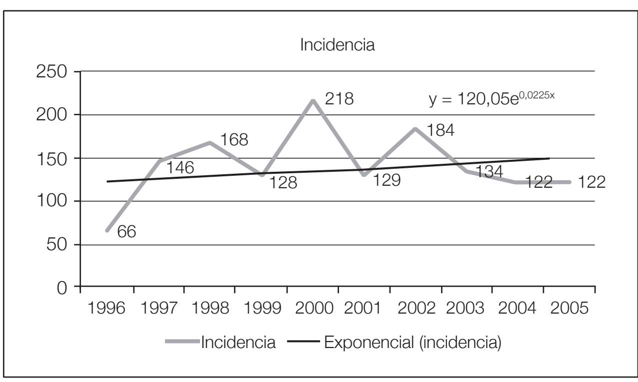
Fuente: Elaboración propia.

Los primeros parámetros que se deben determinar son: la *tasa de nacimientos* y la *tasa de muertes;* estos dos parámetros se han ajustado considerando los datos demográficos existentes según el INE, que estima que el año 2008 la población rural alcanzó un total de 36.846 personas, con una *tasa bruta de nacimientos* de 0,03092 y una *tasa bruta de natalidad* de 0,00606. Sin embargo, para el caso de la simulación y una vez realizada la verificación, que consiste en tomar los parámetros que se aproximen al comportamiento del sistema real, se utilizarán la *tasa bruta de nacimientos* de 0,0291 y la *tasa bruta de natalidad* de 0,00640.

La variable auxiliar *población infectada inicialmente* y los parámetros *tasa de recuperación*, *tasa de contagio* y *tasa de pérdida de inmunidad* se obtienen a través del ajuste que se realiza en los siguientes gráficos, que toman en cuenta sólo los datos de 1996 a 2005, debido a que en 2006 suben los datos registrados en un 323%, cifra que puede ser atribuida a muchos factores; sin embargo, con el objetivo de contar con una aproximación cercana a la realidad, se utilizan los parámetros estimados del Cuadro 7.

En los gráficos 9 y 10, se observan los datos registrados de incidencia por año y sus respectivos ajustes a la función exponencial; ambos obtienen los parámetros (caso 1 y caso 2) del Cuadro 7.

Gráfico 9. Caso 1. Ajuste de parámetros



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10. Caso 2. Ajuste de parámetros

Incidencia
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
394
416
476
y = 353,69e^{0,0945x}
2006
2007
2008
Incidencia
Exponencial (Incidencia)

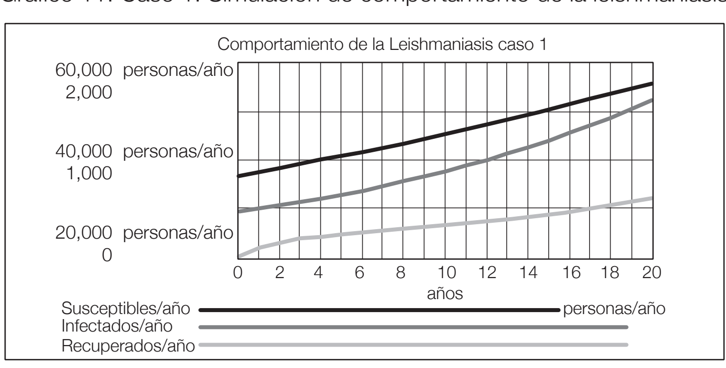
Fuente: Elaboración propia.

4. Simulación del comportamiento de la leishmaniasis

Las simulaciones del modelo se realizaron empleando el software informático VENSIM; esta herramienta de modelización y simulación permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas, mediante diagramas de Forrester (VENSIM, 2002).

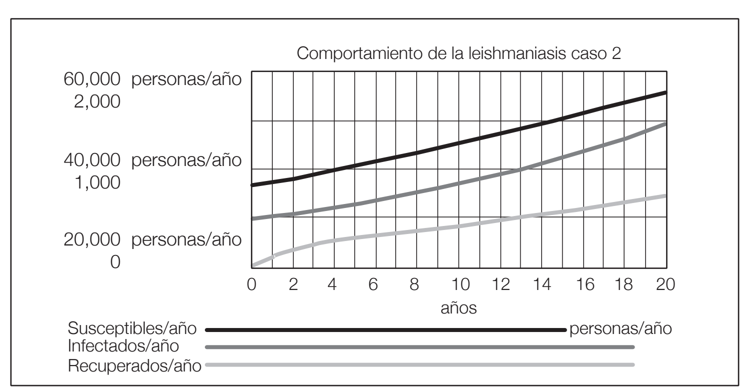
Para el desarrollo de las diferentes simulaciones, se procederá a cambiar los distintos parámetros para observar el comportamiento del modelo ante las mismas. Inicialmente, se realizará una simulación que represente la situación actual de la epidemia dentro de los parámetros habituales (parámetros estimados) para 20 años, donde el año base es el 2008; posteriormente, se analizarán los comportamientos si los parámetros de tasa de infección y recuperación varían, debido a que las condiciones de diagnóstico, tratamiento y curación no se mejoran y las políticas de control y vigilancia no se aplican.

Gráfico 11. Caso 1. Simulación de comportamiento de la leishmaniasis



Fuente: Elaboración propia con base en modelos de simulación.

Gráfico 12. Caso 2. Simulación de comportamiento de la leishmaniasis



Fuente: Elaboración propia con base en modelos de simulación.

En los dos gráficos anteriores, se puede observar que el comportamiento dinámico de las poblaciones susceptibles, infectadas y recuperadas se incrementa de manera constante. Según estos gráficos, las personas susceptibles pasan a formar parte del grupo de infectadas y recuperadas, lo que explica el decrecimiento de la curva. Este comportamientos, a partir del 2008 como año base, nos explica que, por ejemplo, para el 2015, la población infectada continuará creciendo de manera brusca de 476 a 715 personas/año. Este comportamiento podría darse si las condiciones habituales de diagnóstico, tratamiento y medicación no mejoran.

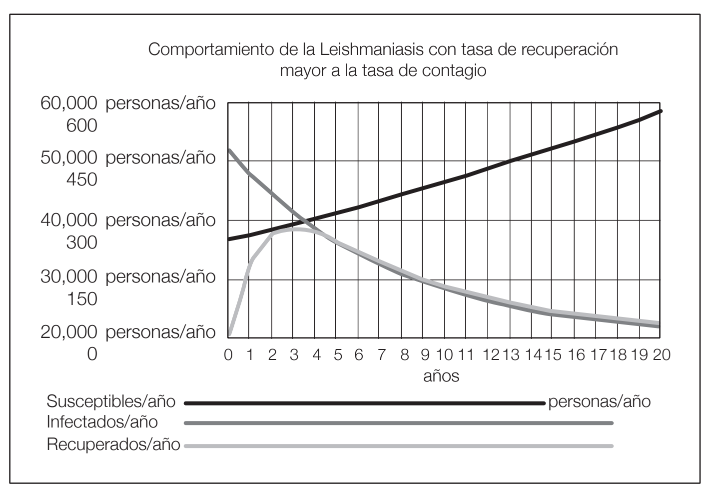
A continuación, se presenta la simulación del primer escenario base, donde 0 representa el año base correspondiente a 2008; esto implica que el año 10 corresponde al 2018 y la tasa de recuperación es mayor a la tasa de contagio (Caso Sim1).

Cuadro 8. Escenarios de simulación

No.	Parámetros	Caso Sim1	Caso Sim2
1	Tasa de contagio	0,28	0,6
2	Tasa de recuperación	0,40	0,21
3	Tasa de pérdida de inmunidad	0,50	0,50
4	Población inicial	36.846	36.846
5	Población inicial infectada	476	476
	Tasa de nacimiento	0,291	0,291
	Tasa de natalidad	0,0064	0,0064

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13. Escenario de simulación de comportamiento de la leishmaniasis SIM 1



Fuente: Elaboración propia con base en modelos de simulación.

En la simulación del primer caso (Sim 1), las características se encuentran dentro de la realidad de lo que podría ser un brote epidémico anual de leishmaniasis. Según estos valores, la población susceptible continua incrementada de un modo normal desde un mínimo hasta un máximo que se alcanza rápidamente sobre el año 20 del inicio, según se muestra en el gráfico. Las personas recuperadas pasan a formar parte del grupo de recuperados y esto explica el decrecimiento de la curva de la población infectada; vemos, por ejemplo, que el año 20 35 personas están infectadas con la enfermedad de leishmaniasis. Este comportamiento podría darse si las condiciones habituales de diagnóstico, tratamiento y medicación mejoran, donde una gran parte de infectados son tratados adecuadamente y las políticas de control y vigilancia del programa de SEDES Pando y la coordinación interinstitucional e intersectorial del Programa de Leishmaniasis en el departamento priorizan y garantizan los tratamientos de los casos de leishmaniasis que se presentan en el departamento, además de una adecuada educación sanitaria, como medida de promoción y prevención de esta enfermedad.

En el segundo caso (Sim2), las características también se encuentran dentro de la realidad de lo que podría ser un brote epidémico anual de leishmaniasis. Según estos valores, la población susceptible continua incrementada de un modo normal hasta el año 6 y a partir del año 7 decrementa rápidamente hasta el año 20, según se muestra en

el gráfico. Las personas infectadas pasan a formar parte del grupo de la población infectada y esto explica el decrecimiento de la curva de la población susceptible; vemos, por ejemplo, que el año 20, 23.415 personas están infectadas con leishmaniasis. Este comportamiento podría darse si las condiciones habituales de diagnóstico, tratamiento y medicación no mejoran, donde una gran parte de infectados no son tratados adecuadamente y las políticas de control y vigilancia del programa de SEDES Pando no priorizan ni garantizan los tratamientos de los casos de leishmaniasis que se presentan en el departamento, además de una adecuada educación sanitaria, como medida de promoción y prevención de esta enfermedad.

Gráfico 14. Escenario de simulación de comportamiento de la leishmaniasis SIM 2

Fuente: Elaboración propia con base en modelos de simulación.

Los resultados de simulación obtenidos mediante el modelo no son una predicción exacta real del comportamiento dinámico de las poblaciones susceptible, enferma y recuperada de la leishmaniasis; sin embargo, pueden ser considerados como una aproximación sobre el comportamiento presente y futuro de la leishmaniasis que sirva de apoyo a la toma de decisiones en la generación, prevención y control de la enfermedad.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. La enfermedad de la leishmaniasis constituye un problema de salud pública en Bolivia, siendo el departamento de Pando el más afectado. De acuerdo con los resultados del modelo de simulación y de mantenerse las políticas de prevención y control, la tasa de la incidencia se incrementará considerablemente en los próximos 10 años.
2. Existe un programa de control de leishmaniasis en el nivel nacional, dependiente del Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia. Sin embargo, éste tiene muchas deficiencias: en el aspecto administrativo no se hace gestión del programa, se realiza muy poca capacitación; en el registro de los casos de leishmaniasis, no se cuenta con un sistema de reporte de acuerdo a normas del SNIS. Por lo tanto, los datos acerca del número total de pacientes con leishmaniasis varían del nivel nacional con el regional.
3. No se cuenta con equipos adecuados para el diagnóstico, como microscopios compuestos; sólo se cuenta con algunos microscopios solares, que no garantizan una buena lectura de diagnóstico, hay insuficiente material para el diagnóstico, reactivos y otros, para distribuir a los programas regionales y locales.
4. No existen medicamentos específicos suficientes, que permitan garantizar los tratamientos de los casos de leishmaniasis que se presentan en los departamentos. Se ha elaborado el POA 2009 del Ministerio de Salud en el nivel nacional, donde se ha incluido una partida para la adquisición de medicamentos específicos, pero que consideramos no serán suficientes, porque

no se ha tomado en cuenta la verdadera incidencia en el nivel nacional; por otro lado, de acuerdo con las nuevas leyes, la adquisición de medicamentos pasa a depender de los municipios.

5. No existe un programa de educación sanitaria en ninguno de los niveles, como medida de promoción y prevención de esta enfermedad.
6. El personal de salud de los establecimientos del sector público, en su mayoría, carece de conocimientos en cuanto al manejo de normas del programa de leishmaniasis, en lo que se refiere a: educación, diagnóstico, tratamiento, registro de casos y seguimiento de casos.
7. Las viviendas del área rural no ofrecen protección a los pobladores, pues están construidas de maderas rollizas, con techo de jatata (palma), sin protección, con tela milimétrica en las ventanas; de otro lado, hay inexistencia de servicios básicos, inaccesibilidad a los servicios de salud y otras necesidades que facilitan la propagación de casos de esta enfermedad en cada municipio.
8. Los movimientos de pobladores desde las zonas urbanas hacia las zonas rurales, con motivo de la recolección de castaña en época de cosecha, que comprende los meses de noviembre a marzo, presentan mayor vulnerabilidad hacia las enfermedades. Por otra parte, la extracción de la madera, labores agrícolas, así como la deforestación incrementan la presencia de esta enfermedad.
9. La población del área rural no conoce suficientemente las medidas preventivas ni curativas contra la leishmaniasis; por lo tanto, en el mayor número de casos, el diagnóstico se realiza en forma tardía, lo cual dificulta el acceso al tratamiento y una cura oportuna del paciente.
10. Las autoridades municipales, por su parte, desconocen la gravedad de la elevada incidencia de leishmaniasis en su jurisdicción; por lo tanto, el aporte para la compra de estos y otros insumos es insuficiente.
11. De acuerdo con la base de datos de leishmaniasis en el departamento de Pando, durante las gestiones 2007 y 2008, la edad predominantemente afectada se encuentra en la población económicamente activa, entre los 15 y los 45 años, con predominio en el sexo masculino, por las actividades laborales de los pobladores del área rural de Pando.
12. Se realiza la zonificación con la base de datos encontrados con la presente investigación, siendo los municipios de mayor

riesgo Filadelfia, Porvenir, Puerto Rico y El Sena, con las tasas más altas de incidencia en el nivel departamental. Es importante aclarar que el Ministerio de Salud y Deportes, en su página Web sns.go.bo, reporta casos de leishmaniasis en la ciudad de Cobija; esta enfermedad no existe en este municipio, en vista de que no existe el vector flebótomo en Cobija, por lo que se trata de casos importados.

13. La difusión del Programa de Leishmaniasis por los medios de comunicación (televisión y radio) es esporádica en la capital, mientras que la población rural no accede a estos medios de comunicación.
14. La coordinación interinstitucional e intersectorial del Programa de Leishmaniasis en el departamento de Pando es débil; por lo tanto, entre todos los programas del SEDES Pando, el mencionado programa está entre los que se tienen menor conocimiento por parte de instituciones y población en general y falta apoyo en su funcionamiento, lo cual determina mayores dificultades en el control de esta enfermedad.
15. Los modelos de simulación son herramientas que apoyan en los procesos de control, planeación y toma de decisiones de la enfermedad, y son de gran ayuda para diseñar políticas y estudiar sus efectos. En este trabajo, se plantea un primer acercamiento al modelo de simulación mediante dinámica de sistemas al comportamiento dinámico de las poblaciones
16. Lo anterior configura un escenario futuro que podría estar caracterizado por un incremento o elevada incidencia, tendencia que se puede observar en los gráficos obtenidos a través de la simulación.

Recomendaciones

1. El Ministerio de Salud Pública debe elaborar un plan operativo anual en el nivel nacional, con participación de las regionales, donde se contemplen las reales necesidades del programa, en lo que se refiere a equipamiento, con microscopios compuestos, materiales y reactivos para laboratorio, así como los medicamentos específicos. También, debe contemplar un programa de capacitación al personal de nivel regional y local en la parte técnica y normativa.
2. Realizar una coordinación interinstitucional e intersectorial del Programa de Leishmaniasis en el departamento de Pando,

con el propósito de utilizar mejor los recursos y buscar apoyo económico de municipios, prefectura y ONGs.

3. Realizar amplia difusión del Programa de Leishmaniasis por todos los medios. Implementar un programa educativo en los niveles locales y en escuelas, especialmente del área rural, para que la población tome conciencia de esta enfermedad, en cuanto a su diagnóstico, tratamiento y medidas preventivas.
4. Implementar un sistema de registro de casos, tanto en el nivel local como regional y nacional, para que los datos puedan servir de referencia para garantizar los medicamentos para el tratamiento de los casos, equipamiento, dotación de insumos, especialmente en los municipios con mayor incidencia como son: Filadelfia, Porvenir, Puerto Rico y El Sena. Este sistema de registros da la información para efectuar un sistema de vigilancia epidemiológica de la enfermedad, que nos permita tomar medidas de control y prevención oportunas.
5. Promover la participación de la comunidad, a través de las organizaciones comunales, autoridades locales y departamentales, así como de otras instituciones estatales y otras no gubernamentales para que todos contribuyan al control de esta grave afección.
6. Promover la búsqueda activa de casos de leishmaniasis, con el objeto de detectarlos en forma temprana e iniciar tratamiento específico, antes de que el paciente presente complicaciones; además, evitar que un paciente que no recibe tratamiento específico se constituya en portador de esta enfermedad a través del vector, que es el mosquito flebótomo.
7. Implementar el sistema de vigilancia con base en los registros de un sistema de información y modelos de simulación dinámico para la optimización de las operaciones de vigilancia, control y seguimiento de la enfermedad de la leishmaniasis.

Segunda parte

Propuesta de Proyecto de Pre Factibilidad

Introducción

La enfermedad de la leishmaniasis constituye un problema de salud pública en Bolivia, siendo los departamentos más afectados Pando, Beni y La Paz, en ese orden de importancia.

El departamento de Pando registra la incidencia más elevada de leishmaniasis en el país, de 114 por 10.000 habitantes en el año 2007 y 130 por 10.000 en el año 2008, con un incremento de un 16% en estos dos últimos años. La población mayormente afectada es del área rural, de sexo masculino, entre los 15 a 45 años de edad y económicamente productiva, siendo los municipios más afectados Filadelfia, Puerto Rico, Porvenir; esto debido principalmente a la gran migración de pobladores del área urbana hacia las zonas rurales, especialmente en la época de recolección de castaña, en los meses de noviembre a abril, coadyuvada por los desbosques y las condiciones de las viviendas que son precarias.

Existe un programa de control de leishmaniasis, dependiente del Ministerio de Salud y Deportes; sin embargo, se ha encontrado que tiene muchas deficiencias: en el aspecto administrativo, la gestión no es buena; no se realiza la capacitación del personal de los diferentes niveles. En el registro de los casos, no se cuenta con un sistema de reporte de acuerdo a normas del Sistema Nacional de Información en Salud (SNIS) ni se realiza una adecuada vigilancia epidemiológica, utilizando modelos actuales. No se tienen los equipos necesarios ni reactivos para el diagnóstico de esta enfermedad. De otro lado, no existen suficientes medicamentos específicos que garanticen un tratamiento adecuado de los casos de leishmaniasis. No existe un programa de educación para la salud en este campo ni la participación activa de la comunidad, que coadyuve en el control y la prevención de esta afección.

La participación de otras instituciones, tanto gubernamentales como privadas, apoyando a este programa es escasa, especialmente de

la prefectura, municipios, ONGs y otros, que podrían dar su apoyo en las diferentes necesidades del mencionado programa, para realizar un mejor control de la leishmaniasis en el departamento de Pando.

1. Objetivos

Objetivo general

Apoyar al Servicio Departamental de Salud de Pando en el mejoramiento de su Sistema de Vigilancia Epidemiológica para el control y prevención de la leishmaniasis en el departamento.

Objetivos específicos

Mejorar el sistema de registro y notificación del Sistema de Vigilancia de la Leishmaniasis en los diferentes servicios de salud y en el Programa de Control de Leishmaniasis en todos sus niveles.

Mejorar las medidas de prevención y control del sistema de vigilancia de la leishmaniasis a través de un modelo de simulación epidemiológica.

Fortalecer las capacidades de infraestructura, equipamiento y recursos humanos que permitan mejorar el diagnóstico y el tratamiento de casos de leishmaniasis en el departamento.

2. Estructura del proyecto

Inicialmente, se analizará el sistema de registro y notificación del Sistema de Vigilancia de la Leishmaniasis; asimismo, se pondrá en consideración una propuesta de un sistema de información que permitirá conocer en forma cabal los cambios que se presentan en el número de casos de esta enfermedad y las predicciones, el mismo que se implementará previa aprobación de las instancias correspondientes. En este sentido, se inducirá a que las distintas instituciones cumplan sus roles en apoyo al Programa de Leishmaniasis, es decir, el Ministerio de Salud, en forma conjunta con SEDES, la prefectura, los diferentes municipios del departamento y comunidades afectadas, para lo cual se realizará la socialización de los resultados del diagnóstico de la situación de leishmaniasis en el departamento de Pando, haciendo conocer la incidencia y los problemas presentados en cada municipio, buscando la participación activa de las instituciones involucradas en el control y prevención de esta enfermedad. También se hará conocer el modelo de simulación que se utilizará en la vigilancia epidemiológica de esta afección.

Una vez efectuada la socialización del diagnóstico de la leishmaniasis, se deberán realizar los acuerdos y compromisos con las diferentes instituciones, delimitando las responsabilidades de cada una de ellas en el control y prevención de la leishmaniasis en el departamento; posteriormente, se realizarán la capacitación, el equipamiento y el trabajo de campo.

3. Componentes

A continuación, se presentan los componentes del proyecto, de acuerdo con los antecedentes y objetivos expuestos.

3.1. Componente: sistema de registro y notificación de la leishmaniasis

De acuerdo con la "Guía para organizar el sistema de vigilancia epidemiológica de la leishmaniasis", de 2006, las etapas de la vigilancia epidemiológica regular son: La recolección de datos, el procesamiento de la información, el análisis de la información y la difusión de la información, donde el registro y la notificación se encuentran en la primera etapa, en donde se detallan los formularios de registro y el flujo de notificación. Si bien está establecido el proceso de recolección, análisis y difusión de la información, por el Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia, en el diagnóstico realizado en el presente proyecto de investigación, se han identificado deficiencias en la recolección de datos y las notificaciones, principalmente en el aspecto administrativo, donde el registro de los casos de leishmaniasis no es totalmente confiable ni oportuno. Este componente contempla la implementación de un sistema de información que permita la notificación de casos de cada gestión de manera oportuna, el desarrollo de un manual de procedimientos adecuado al contexto y la adecuación y ajuste de los mecanismos institucionales para mejorar la capacidad de gestión de la administración departamental. A continuación, se detallan las principales tareas.

a. Análisis de formularios y procedimientos de registro y notificación de casos de leishmaniasis. Si bien el 2006 el Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia ha publicado el documento "Guía para organizar el sistema de vigilancia epidemiológica de la leishmaniasis", éste ha mostrado debilidades marcadas en cuanto a la recolección de datos, su análisis, su información y comunicación a los distintos niveles del sistema de salud (Batista Moliner, 2006).

b. Propuesta de procedimientos de registros y notificación. Los procedimientos de registro y notificación de la enfermedad deben contribuir al conocimiento de la magnitud de la leishmaniasis en el departamento de Pando.

3.2. Componente: implementación del sistema de información

La implementación de un sistema de información permitirá identificar los factores de riesgo, la detección oportuna de variaciones de casos registrados y el impacto de las acciones de control. El sistema de información incluirá un modelo de simulación (con dinámica de sistemas). La aplicación de la metodología de la dinámica de sistemas en el campo de la epidemiología y los sistemas de vigilancia se viene dando con mayor frecuencia en los últimos años (Lizarazo Herrera, 1999) a través de la construcción de un modelo de simulación para el análisis del comportamiento epidemiológico de distintas enfermedades, de tal manera que apoye a la generación de estrategias de prevención y control. La implementación de un modelo de simulación permitirá mejorar la toma de decisiones en el prevención y control del sistema de vigilancia de la leishmaniasis. Las principales tarea de este componente se detallan a continuación.

a. Implementación del sistema de información. La implementación del sistema de información estará de acuerdo con la "Guía para organizar el sistema de vigilancia epidemiológica de la leishmaniasis" (2006), la que cuenta con el diseño de sistema.
b. Incorporación del modelo de simulación con dinámica de sistemas. El sistema de información contará con un modelo de simulación que describa el comportamiento dinámico de la transmisión de la enfermedad, de tal manera que permita diseñar medidas adecuadas de control y prevención de la leishmaniasis.

3.3. Componente: fortalecimiento de las capacidades de infraestructura, equipamiento y recursos humanos

Se ha podido constatar que la falta de equipos básicos –como un microscopio– que permitan realizar el diagnóstico de la leishmaniasis y la falta de reactivos son una limitante grande para controlar esta enfermedad.

Por otro lado, uno de los problemas más críticos en el control de la leishmaniasis es la falta de medicamentos, que son insuficientes debido

a la no disponibilidad de financiamiento, perjudicando enormemente el tratamiento de pacientes, quienes se convierten en portadores y presentan secuelas. La falta de capacitación del personal limita las actividades de control de esta enfermedad. Las actividades más importantes de este componente se exponen a continuación.

a. Adquisición de equipos necesarios y adecuados para el diagnóstico de esta enfermedad, como microscopios compuestos eléctricos, reactivos, ubicados en algunos servicios de salud locales estratégicos, que cuenten con mayor incidencia de leishmaniasis.
b. Adquisición de medicamentos específicos necesarios, de acuerdo con la incidencia presentada en los dos últimos años. En el marco del proyecto se debe adquirir medicamentos destinados a aumentar el acceso a los mismos por parte de los pacientes.
c. Capacitación del personal de salud, médicos, enfermeras, bioquímicas, técnicos de laboratorio y auxiliares de enfermería, así como a colaboradores de la comunidad y población en general de las zonas rurales.

4. Resultados esperados

Fortalecido el sistema de registro de información en el Programa de Leishmaniasis(SNIS/VE SEDES), el mismo será confiable y oportuno, permitirá conocer la situación epidemiológica de esta enfermedad, su distribución en el territorio de Pando y los grupos de edad más afectados, para así tomar las medidas adecuadas de control y vigilancia.

Mejorada la disponibilidad de equipamiento básico en los centros de salud y, en otros casos, con laboratorios básicos, equipos necesarios, como ser microscopios compuestos, reactivos y otros insumos, ubicados en lugares estratégicos, como: Filadelfia, Puerto Rico, Porvenir y Gonzalo Moreno. Éstos deben tener personal capacitado en el diagnóstico de esta afección.

Mejorado el sistema de información en forma mensual y semanal, a través del funcionamiento de una base de datos de todos los casos de leishmaniasis en el nivel departamental, en los 67 establecimientos de salud.

Promovida la implementación de un programa educativo a la comunidad, dotando al Centro de Salud del respectivo material educativo. Será importante la incorporación de un promotor comunitario, seleccionado por su comunidad, capacitado por el personal de salud de su respectivo Centro, quien desarrollará actividades de

detección oportuna de casos de leishmaniasis, referencia de casos a los Centros de Salud, seguimiento de su tratamiento y, sobre todo, labor educativa a las familias, por lo que también se les dotará de material educativo.

Implementado un modelo de simulación como herramienta que apoya en los procesos de control, planeación y toma de decisiones de la enfermedad, y es de gran ayuda para diseñar políticas y estudiar sus efectos. En este trabajo, se plantea un primer acercamiento al modelo de simulación mediante dinámica de sistemas al comportamiento dinámico de las poblaciones. En este sentido, se considera que el modelo de simulación constituye una estrategia del sistema de vigilancia epidemiológica para la toma de decisiones con actividades de prevención y control.

5. Alianzas estratégicas

Con SEDES Pando. Su labor se centra en la aplicación de las normas, detección, control y prevención en el nivel regional, además de supervisar a los centros de salud, llevar el registro de casos en el nivel regional, así como la capacitación del personal en el nivel departamental.

Con municipios del departamento de Pando (AMDEPANDO). Cada municipio conocerá la realidad, en cuanto a la incidencia de la leishmaniasis en su distrito; por lo tanto, podrá incluir en su POA la adquisición de medicamentos específicos para los pacientes que se presentan en su municipio en cada gestión.

Prefectura del departamento. La prefectura es la institución en el departamento que cuenta con mayores recursos económicos; puede apoyar en la infraestructura de los centros de salud, en el equipamiento con microscopios, en la capacitación del personal de salud que trabaja en el programa o participa en el control y prevención de esta enfermedad.

Ministerio de Salud y Deportes. El Ministerio de Salud y Deportes se ocupa de la parte normativa, del equipamiento, suministro de medicamentos específicos, reactivos, dotación del personal necesario, además de la capacitación del personal en todo el país, así como llevar el registro de casos en el nivel nacional.

Comunidades. Las comunidades podrán participar activamente con los promotores de salud de las comunidades, en la capacitación de la prevención de la enfermedad.

ONG´s. Las ONG´s pueden apoyar en la capacitación y dotación de materiales educativos.

6. Presupuesto

ITEM	Cantidad	Unitario	Costo Total	Org. Aportante	Org. y/o Comunidad	Otros
A. INVERSIONES			14.800			
Obras de Infraestructura						
Maquinaria y equipamiento						
Equipo de computación	1	1.200	1.200			
Microscopio	3	1.200	3.600			
Cámara digital	1	400	400			
Medicamentos	1.920	5	9.600			
B. CAPITAL DE TRABAJO			3.600			
Consultoría servicios y procesos	1	1.000	1.000			
Consultoría sistema de información	1	1.000	1.000			
Asistente	1	600	600			
Consultoría modelos y simulación	1	1.000	1.000			
C. INVERSIÓN TOTAL (A+B)			18.400			
D. GASTOS DE ADMINISTRACIÓN			5.850			
Imprenta	1	1.400	1.400			
Material de escritorio	1	600	600			
Alquiler de oficina	1	300	300			
Servicio de agua, luz y comunicaciones	1	200	200			
Servicio de Internet	1	150	150			
Movilización y transporte(validación y capacitación)	2	1.600	3.200			
TOTAL			24.250			

7. Cronograma

El proyecto tendrá una duración de un año calendario.

Nro.	Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1	Análisis de formularios y procedimientos de registro y notificación	x											
2	Propuesta de procedimientos de registros y notificación		x										
3	Reunión con SEDES y Programa de Leishmaniasis			x	x								
4	Implementación del sistema de información (Base de datos y modelo de simulación)					x	x	x	x	x	x		
5	Capacitación a los directivos y personal de salud del Programa de Leishmaniasis					x	x						
6	Capacitación a agentes comunitarios y comunidades								x	x	x	x	
7	Adquisición de equipos, material educativo y medicamentos			x									
8	Seguimiento a la capacitación							x					
9	Adquisición de equipos de laboratorios								x	x	x		

Matriz de marco lógico del proyecto

Objetivos	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Supuestos y riesgos críticos
FIN: Contribuir a mejorar el sistema de vigilancia y control de la leishmaniasis en áreas endémicas de departamento de Pando.			
PROPÓSITO: Apoyar al Servicio Departamental de Salud de Pando en el mejoramiento del Sistema de Vigilancia Epidemiológica para el control y prevención de la leishmaniasis en el departamento.	A la conclusión del proyecto se cuenta con un sistema de vigilancia y control de la leishmaniasis mejorado. La incidencia de la leishmaniasis disminuye al menos en un 15%.	Registro de la incidencia de la leishmaniasis.	El SEDES y los centros de salud apoyan la ejecución del proyecto.
COMPONENTES: C1. Mejoramiento del sistema de registro y notificación del Sistema de Vigilancia de la Leishmaniasis. C2. Implementación de un sistema de información y modelo de simulación epidemiológica para mejorar las medidas de prevención y control. C3. Fortalecimiento de las capacidades de infraestructura, equipamiento y recursos humanos.	La notificación de casos de cada gestión es reportada de manera oportuna. Implementación del sistema de información y el modelo de simulación para evaluar políticas de control y prevención. El 100% de los pacientes es atendido de manera oportuna.	Documento de procedimientos y formularios elaborado. Se dispone de un sistema de información y modelo de simulación. Los centros de salud cuentan con el equipamiento y medicamentos de tratamiento de la enfermedad.	El nuevo sistema de vigilancia es aprobado por las instancias correspondientes.
ACTIVIDADES: C1.1. Análisis de formularios y procedimientos de registro y notificación C1.2. Propuesta de procedimientos de registros y notificación.	El 100% de los formularios y procedimientos son analizados. Se diseñan procedimientos de registro y notificación.	Reuniones de coordinación y análisis de formularios. Se cuenta con la propuesta de los nuevos procedimientos de registro y notificación.	El SEDES Pando proporciona información. El personal médico y paramédico tiene conocimientos básicos de tecnologías de información y comunicación.

(Continúa en la siguiente página)

(Continuación de la página anterior)

C2.1. Implementación del sistema de información. C2.2. Incorporación del modelo de simulación con dinámica de sistemas. C3.1. Adquisición de equipamiento básico de laboratorio. C3.2 Adquisición de medicamentos. C3.3. Capacitación del personal de salud.	El 100% del personal de salud de centros médicos conoce el nuevo sistema. Mejores políticas de control y prevención de la enfermedad. El sistema de información y el modelo de simulación proporcionan información con una aproximación de 90%. El personal del SEDES utiliza de manera adecuada el modelo de simulación. Los centros de salud cuentan con un microscopio y medicamento de tratamiento de la leishmaniasis para un año.	Sistema de información y modelo de simulación instalado y en explotación en SEDES Pando. Acta de entrega de equipos y medicamentos. Plan de capacitación ejecutado.	El proceso de adquisición de equipos y medicamentos concluye satisfactoriamente en el tiempo previsto.

Bibliografía

Aracil, Javier
1995 *Dinámica de Sistemas*. España: Publicaciones de Ingeniería de Sistemas, ISDEFE. http://www.sistemas.edu.bo/jorellana/ISDEFE/3%20Dinamica%20de%20sistemas.PDF

Batista Moliner, Ricardo
2006 *Situación de salud Bolivia 2004*. Serie: Documentos de Divulgación Científica Enero 2006. La Paz: Servicio Nacional de Leishmaniasis. Ministerio de Salud y Deportes. Dirección de Planificación y Cooperación Externa, Sistema Nacional de Información y Vigilancia Epidemiológica. http://www.sns.gov.bo/snis/documentos/situacion/pdf/Situacion%20de%20Salud%20%202004.pdf

Bertoglio, Oscar Johansen
1992 *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. España. Editorial, ISDEFE.

Chambi A., Cristina Atto
2008 *Estudio sobre factores que inciden en el tratamiento de la leishmaniasis en los municipios de Filadelfia, Bolpebra, Porvenir y Bella Flor*. Cobija: Universidad Amazónica de Pando.

Chamorro, G. A.
2002 "Modelación matemática de epidemias simples". Revista de la Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia, Colombia. Extraído el 4 de agosto de 2009 desde http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=12020114&iCveNum=495

Harrison, T.
2001 *Principio de Medicina Interna.* Vol. 1; 15ª edición. España: Mc Graw Hill.

Lizarazo Herrera, O. C.; González Buitrago, C. A.; Andrade Sosa, H. H. y García Castaño, C. H.
1999 *La ingeniería de sistemas aplicada al estudio de fenómenos epidemiológicos*. Barrancabermeja: Octavo Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Universidad Cooperativa de Colombia. Extraido el 31 de julio de 2009 desde http://simon.uis.edu.co/WebSIMON/publicaciones/Articulos%20SIMON/Aftosa_Nal%20Estudiantes.pdf.

Martin, J.
2009 *Material del Curso On Line de Dinámica de Sistemas.* Cataluña: Universidad Politécnica. Pagina Web consultada en marzo de 2009. http://www.dinamica-de-sistemas.com/cursos/sis.htm.

Mims, C.; J. Playfair, I. Roitt, D. Wakelin, R. Williams
1999 *Microbiología médica*. Madrid: Harcourt Brace.

Monteagudo Peña, J. L.
2004 "Tecnologías de la Información y Comunicaciones". *Educación Médica,* (15), ene.-mar 7, 15-22. Extraído el 31 de julio de 2009 desde http://scielo.isciii.es/pdf/edu/v7s1/art3.pdf.

Montesinos López, O. A. y C.M. Hernández Suárez
2007 *Modelos matemáticos para enfermedades infecciosas.* Extraído el 31 de julio del 2009 desde http://www.scielosp.org/pdf/spm/v49n3/07.pdf.

Morilla, F. y J. Donado-Campos
2005 *Situaciones endémicas en enfermedades transmisibles.* Madrid: Centro Nacional de Epidemiología. Extraído el 3 de agosto del 2009 desde http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:807&dsID=n2005_SE_JA05.pdf.

Morilla, F. y Juan de Mata Donado
2005 *Modelo dinámico SII de enfermedades transmisibles*. Extraído el 3 de agosto desde http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:809&dsID=n2005_SII_CEDI05.pdf.

OPS/OMS
1994 *Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y control de la leishmaniasis en América Latina*. Versión 2.0. Cuaderno Técnico. HCT/HPC OPS – AMRO/OMS WDC.

1994 *La leishmaniasis en las Américas*. Boletín Epidemiológico septiembre.

2001 *La leishmaniasis en las Américas*. Boletín epidemiológico.

Ortiz Z., Florángel y Ninoska Maneiro M.
2006 "Dinámica de sistemas: otro enfoque para modelación y simulación en ingeniería". Venezuela: Revista Ingeniería y Sociedad. Universidad de Carabobo. Año 1 - Volumen 1 Junio 2006. Extraído el 4 de agosto de 2009 desde servicio.cid.uc.edu.ve/ingenieria/revista/n1/1-1.pdf.

Recacoechea, M., L.Y. Burgos y R. Rosado de B.B.
1988 "Leishmaniasis visceral en Santa Cruz – Bolivia". Revista Sociedad Boliviana de Pediatría.

Torres, Hugo y otros
2006 *Guía para organizar el sistema de vigilancia epidemiológica de la leishmaniasis*. Serie: Documentos de trabajo Subserie: Nº 8. Sistema de Vigilancia, La Paz: Ministerio de Salud y Deportes.

Ventana Systems, Inc.
2002 *Vensim® Ambiente de simulación Ventana DSS Professional Standard PLE Plus PLE*. Guía del usuario Versión 5. Extraído el 17 de agosto del 2009 desde www.geocities.com/ricardo_alonso/GuiadelUsuario.pdf.



Anexos

Anexo 1

Indicadores demográficos, por años calendario, 2005 – 2010

INDICADORES. Tasa media anual de crecimiento (En porcentaje)	AÑOS					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Exponencial	4,37	4,19	4,07	3,94	3,80	3,65
Geométrico	4,46	4,28	4,15	4,01	3,87	3,72
Tasa de crecimiento natural (Por mil)	26,93	26,20	25,52	24,86	24,24	23,66
Tasa bruta de natalidad (Por mil)	33,36	32,50	31,69	30,92	30,19	29,52
Tasa bruta de mortalidad (Por mil)	6,43	6,30	6,17	6,06	5,95	5,86
Tasas de reproducción (Por mujer)						
Bruta	2,32	2,26	2,19	2,12	2,06	2,00
Neta	2,13	2,07	1,99	1,93	1,88	1,84
Tasa de fecundidad						
Global (Por mujer)	4,76	4,62	4,47	4,34	4,22	4,10
General (Por mil mujeres)	160,57	155,07	149,17	144,05	139,88	135,63
Edad media de la fecundidad (Años)	27,42	27,46	27,50	27,53	27,55	27,57
Esperanza de vida al nacer						
Hombres	63,33	63,64	63,95	64,27	64,58	64,89
Mujeres	67,46	67,80	68,13	68,45	68,78	69,11
Total	65,35	65,67	65,99	66,31	66,63	66,95
Tasa de mortalidad infantil						
Total	47,67	45,87	44,14	42,54	41,07	39,66
Hombres	51,89	50,08	48,34	46,69	45,12	43,61
Mujeres	43,29	41,47	39,74	38,19	36,82	35,51

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Anexo 2

Proyecciones de población, por sexo, según municipio, 2005 – 2006

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y SECCIÓN DE PROVINCIA – MUNICIPIO	2005			2006		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
BOLIVIA	9.427.219	4.698.293	4.728.926	9.627.269	4.799.178	4.828.091
PANDO	66.689	36.533	30.156	69.541	38.053	31.488
Población rural	35.021	19.856	15.165	35.658	20.207	15.451
Casos registrados	122			324		
Índice de nacimientos	0,03336			0,03250		
Tasa de incidencia	0,00348			0,00909		
Primera Sección - Porvenir	4.292	2.423	1.869	4.356	2.458	1.898
Segunda Sección - Bolpebra	1.316	785	531	1.328	789	539
Tercera Sección - Bella Flor	2.301	1.352	949	2.272	1.337	935
Primera Sección - Puerto Rico	4.561	2.467	2.094	4.617	2.483	2.134
Segunda Sección - San Pedro	1.083	614	469	1.063	603	460
Tercera Sección - Filadelfia	3.861	2.243	1.618	3.990	2.322	1.668
Primera Sección - Puerto Gonzalo Moreno	4.714	2.456	2.258	4.871	2.531	2.340
Segunda Sección - San Lorenzo	4.018	2.207	1.811	4.084	2.249	1.835

(Continúa en la siguiente página)

(Continuación de la página anterior)

Tercera Sección - Sena	2.488	1.438	1.050	2.498	1.440	1.058
Primera Sección - Santa Rosa del Abuná	2.565	1.519	1.046	2.643	1.567	1.076
Segunda Sección - Ingavi	910	561	349	891	554	337
Primera Sección - Nueva Esperanza	970	578	392	1.014	595	419
Segunda Sección - Villa Nueva (Loma Alta)	1.171	662	509	1.196	676	520
Tercera Sección - Santos Mercado	771	551	220	835	603	232

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Anexo 3

Proyecciones de población, por sexo, según municipio, 2007 – 2008

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y SECCIÓN DE PROVINCIA - MUNICIPIO	2007			2008		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
BOLIVIA	9.827.522	4.900.162	4.927.360	10.027.644	5.001.071	5.026.573
PANDO	72.427	39.589	32.838	75.335	41.135	34.200
POBLACIÓN RURAL	36.267	20.535	15.732	36.846	20.849	15.997
CASOS REGISTRADOS	416			476		
ÍNDICE DE NACIMIENTOS	0,03170			0,03092		
TASA DE INCIDENCIA	0,01147			0,01292		
Primera Sección - Porvenir	4.415	2.488	1.927	4.457	2.507	1.950
Segunda Sección - Bolpebra	1.340	796	544	1.351	800	551
Tercera Sección - Bella Flor	2.241	1.320	921	2.213	1.307	906
Primera Sección - Puerto Rico	4.666	2.495	2.171	4.706	2.501	2.205
Segunda Sección - San Pedro	1.035	588	447	1.009	572	437
Tercera Sección - Filadelfia	4.112	2.396	1.716	4.231	2.470	1.761
Primera Sección - Puerto Gonzalo Moreno	5.032	2.606	2.426	5.192	2.680	2.512

(Continúa en la siguiente página)

(Continuación de la página anterior)

Segunda Sección - San Lorenzo	4.146	2.291	1.855	4.205	2.329	1.876
Tercera Sección - Sena	2.509	1.441	1.068	2.516	1.442	1.074
Primera Sección - Santa Rosa del Abuná	2.719	1.611	1.108	2.794	1.657	1.137
Segunda Sección - Ingavi	872	544	328	849	533	316
Primera Sección - Nueva Esperanza	1.063	613	450	1.111	630	481
Segunda Sección - Villa Nueva (Loma Alta)	1.217	688	529	1.234	699	535
Tercera Sección - Santos Mercado	900	658	242	978	722	256

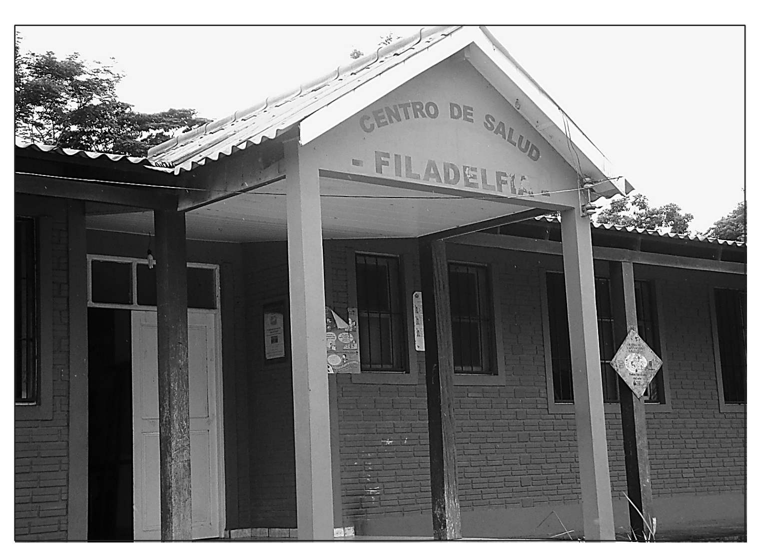
Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Anexo 4

Fotografías de visitas



Centro de Salud Filadelfia Dpto. Pando 2009



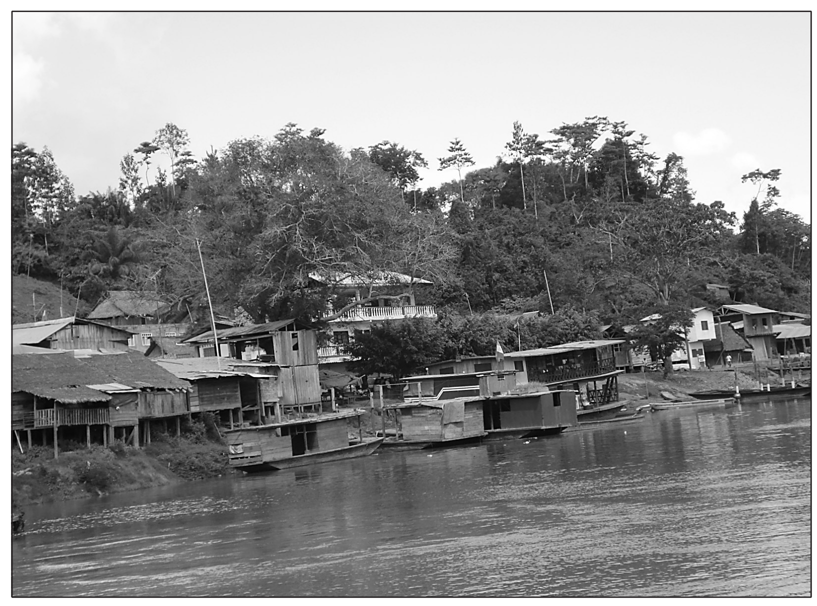
Centro de Salud Filadelfia Dpto. Pando 2009



Investigadores del proyecto de leishmaniasis en visita del Centro de Salud de Filadelfia, enero de 2009



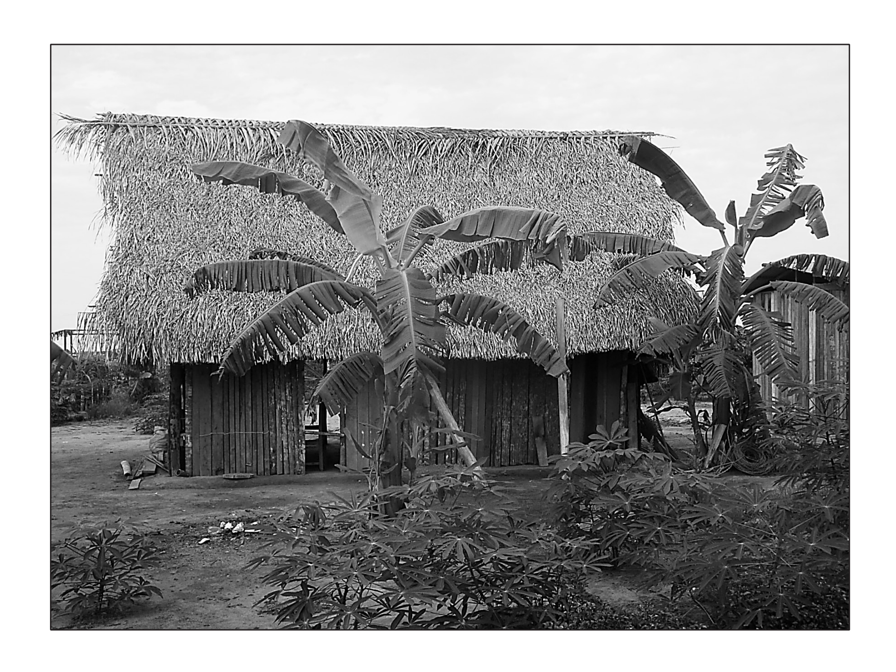
Centro de Salud Santa Rosa, abril de 2009



Población el Sena Dpto. Pando, abril de 2009

Ejemplos de viviendas de los municipios visitados











Anexo 5

Casos específicos de Leishmaniasis 2008 Centro de Salud Filadelfia








06-08-08
Orfa Capio
1 lesión





Autores

Germán Guerrero Peñaranda
Licenciado en Medicina (Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca), *Magister* en Ciencias de la Educación Superior (Universidad Amazónica de Pando y Universidad Enrique José Barona de Cuba). Realizó cursos de especialización de enfermedades tropicales en Carolina del Sur (EE.UU.).

Epidemiólogo de la Unidad Sanitaria de Pando 1979-1984, Director de dicha Unidad 1985-1989, Jefe Nacional de Control de Vectores Ministerio de Salud 1990-1992. En la Universidad Amazónica de Pando: docente universitario titular de la Carrera de Enfermería desde 1994, Vicerrector 1997 – 2000, Director Académico 2001 – 2010.

Humberto Fernández Calle
Licenciado en Informática (Universidad Mayor de San Andrés), *Magister* en Ciencias de la Educación Superior (Universidad Amazónica de Pando y Universidad Enrique José Barona de Cuba), Especialista en Desarrollo Curricular en la Enseñanza Superior (CEUB), Diplomado en Formación Tutorial para el Desarrollo de la Investigación Científica y Diplomado en Formación Basada en Competencias (U.A.P.).

Docente universitario titular de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la U.A.P. desde 1999. Director de la Carrera de Ingeniería Informática 1999-2002, Director del Área de Ciencia y Tecnología 2002- 2004, Director de Información Académica 2004-2009. Actualmente, es Director de Investigación, Ciencia, Tecnología y Postgrado.

Cristina Atto Gutiérrez
Licenciada en Enfermería (Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca), *Magister* en Ciencias de la Educación Superior (Universidad Amazónica de Pando y Universidad Enrique José Barona de Cuba), Especialista en Desarrollo Curricular en la Enseñanza Superior (CEUB), Diplomado en Vigilancia Epidemiológica y Diplomado en Formación Basada en Competencias (U.A.P.).

Docente universitaria titular de la Carrera de Enfermería de la U.A.P. desde 1999. Responsable del Programa de Vigilancia Epidemiológica de SEDES Pando. Jefe de Enfermería SEDES Pando.

Ami Cruz Amacifen
Estudiante universitaria de Cuarto Semestre de la Carrera de Enfermería de la Universidad Amazónica de Pando. Ha participando en grupos de trabajo de investigación en la carrera de Enfermería.